

山东省工程建设标准



DB37/T xxxx—20xx

J xxxxx—xxxx

污染建设场地工程勘察标准

Standard for engineering investigation of
contaminated construction site

202x-xx-xx 发布

202x-xx-xx 实施

山东省住房和城乡建设厅
山东省市场监督管理局

联合发布

山东省工程建设标准

污染建设场地工程勘察标准

Standard for engineering investigation of
contaminated construction site

DB37/T xxxx—20xx

住房和城乡建设部备案号：JXXXXX-XXXX

主编单位：山东建勘集团有限公司

批准部门：山东省住房和城乡建设厅

山东省市场监督管理局

施行日期：202X年XX月XX日

中国建材工业出版社

2022 北京

前 言

根据山东省住房和城乡建设厅、山东省市场监督管理局《关于印发 2019 年山东省工程建设标准制修订计划的通知》（鲁建标字〔2019〕11 号）要求，编制组经深入调查研究，认真总结山东地区实践经验，参考有关国内标准，并在广泛征求意见的基础上，编制本标准。

本标准主要技术内容包括：1. 总则；2. 术语；3. 基本规定；4. 调查和测绘；5. 勘察要求；6. 勘探与取样；7. 监测；8. 现场测试；9. 室内试验；10. 成果报告。

本标准由山东省住房和城乡建设厅负责管理，由山东建勘集团有限公司负责具体技术内容的解释。本标准在执行过程中如有意见和建议，请寄送山东建勘集团有限公司编制组（地址：济南市无影山西路 686 号，邮编：250031，联系电话：0531-81319109，电子邮箱：kcytgts@163.com，网址：<http://www.sdjiankan.com>）。

主编单位：山东建勘集团有限公司

参编单位：中国海洋大学

山东省物化探勘查院

济南市市政工程设计研究院（集团）有限责任公

司

山东电力工程咨询院有限公司

中石化石油工程所设计有限公司

山东正元地质资源勘查有限责任公司

山东省鲁南地质工程勘察院

山东省鲁建建筑工程检测有限公司

主要起草人员：叶胜林 苏玉玺 张全立 赵庆亮 郭秀军

高玉花 王基文 马连仲 肖代胜 徐帅陵

宋 娜	刘俊岩	武登辉	孙廷仁	张立臣
杨庆义	牟晓东	孟庆华	苏白济	李启标
孙代聚	江 海	李启伦	付 珪	王宇平
邵 帅	孙 旭	李 斌	陈 勇	孙久长
秦永军	刘国辉	崔旭东	乔玉忠	林华夏
刘 涛	郭 涛	张伟俊	杨晓飞	黄 民
谷仓勇				
主要审查人员：康凤新	孙剑平	盛根来	范 涛	孙 杰
罗平凡	郜宪存	卜发东	国伟林	

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	4
4	调查和测绘	5
4.1	一般规定	5
4.2	资料收集	5
4.3	现场调研	6
4.4	测绘	7
5	勘察要求	9
5.1	一般规定	9
5.2	初步勘察	10
5.3	详细勘察	11
6	勘探与取样	13
6.1	一般规定	13
6.2	勘探	13
6.3	岩土样采集	14
6.4	水样采集	16
6.5	气样采集	17
7	现场测试	18
7.1	一般规定	18
7.2	现场快速测试	18
7.3	孔压静力触探	19
7.4	工程物探	20
7.5	水文地质参数测试	22
8	监测	24

8.1	一般规定	24
8.2	监测项目	24
8.3	监测点布置	25
8.4	监测井	26
9	室内试验	28
9.1	一般规定	28
9.2	土的物理力学试验	28
9.3	土和水的腐蚀性试验	29
9.4	污染场地环境指标检测	30
10	成果报告	33
10.1	一般规定	33
10.2	环境评价	33
10.3	岩土工程评价	33
10.4	报告内容	35
附录 A	现场踏勘记录表格	37
附录 B	人员访谈记录表格	38
附录 C	勘探记录表格	39
附录 D	监测井结构图	40
附录 E	基于孔压静力触探的场地土层渗透系数测试方法	43
E.1	准备工作	43
E.2	现场测试	43
E.3	数据采集	45
E.4	成果应用	46
附录 F	基于目标 pH 值的污染土浸出毒性平行批处理试验方法	47
附录 G	考虑浸出积累效应的污染土浸出毒性试验方法	50
附录 H	污染土浸出毒性的一维半动态水槽试验方法	53

本标准用词说明	58
引用标准名录	59
附：条文说明	61

1 总 则

1.0.1 为了贯彻执行国家和山东省有关技术经济、环境保护政策，在污染建设场地工程勘察中做到技术先进，保护生态环境，保障人体健康与建设工程安全，根据山东地区地质条件及污染物分布的特点，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于山东省疑似被工业、采矿业等污染的建设场地的勘察，不适用于放射性污染和致病性生物污染场地的勘察。

1.0.3 污染建设场地工程勘察应查明工程地质与水文地质条件、污染现状，进行场地适宜性评价，提出资料完整、数据真实、评价正确、建议合理的勘察报告。

1.0.4 污染建设场地工程勘察除应符合本标准外，尚应符合国家及山东省现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 污染源 contamination source

造成环境污染的污染物发生源，包括向环境排放有害物质或对环境产生有害影响的场所、设备和装置等，分为天然污染源和人为污染源。

2.0.2 疑似污染场地 suspected contaminated site

指因从事过生产、经营、处理、储存有毒有害物质，堆放或处理过潜在危险废物，以及从事矿山开采等活动可能造成污染，且对人体健康或生态环境构成潜在风险的场地。

2.0.3 染建设场地勘察 investigation of contaminated construction sites

针对污染建设场地，采用各种勘察技术与方法，查明并分析评价建设场地的工程地质、水文地质条件与环境污染特征，编制勘察文件的活动。

2.0.4 污染状况调查 pollution investigation

采用系统的调查方法，确定场地是否被污染及污染程度和范围的过程。

2.0.5 土壤环境背景值 environmental background values of soil

指基于土壤环境背景含量的统计值。通常以土壤环境背景含量的某一分位值表示。土壤环境背景含量是指在一定时间条件下，仅受地球化学过程和非点源输入影响的土壤中元素或化合物的含量。

2.0.6 环境水文地质条件 environmental hydrogeological condition

是场地水文地质要素与环境要素的综合，包括场地一定深度范围的地层结构及其渗透性，地下水的类型、埋藏条件及补排、径流、渗流条件，污染源分布及其类型，岩土和地下水污染物类

型、污染程度、污染范围和运移途径等。

2.0.7 固体废物 solid wastes

指在生产、生活和其他活动中产生的丧失原有利用价值或者虽未丧失利用价值但被抛弃或者放弃的固态、半固态和置于容器中的气态的物品、物质，以及法律、行政法规规定纳入固体废物管理的物品、物质。

2.0.8 工程特性指标变化率 rate of change of engineering characteristic index

指已污染岩土与同类未污染岩土的工程特性指标差值与未污染岩土指标的百分比。

3 基本规定

3.0.1 污染建设场地工程勘察前期，应收集污染场地的水文气象、水文地质与工程地质资料，了解场地使用历史和污染源状况，并进行现场踏勘调查及必要的测绘。

3.0.2 污染建设场地工程勘察工作全过程应有环境和职业健康安全保护计划，应加强对勘察人员的岗前培训，采取相应的防护措施，保障人员健康安全。

3.0.3 污染建设场地现场勘探、采样、监测、测试、室内试验与检测等过程中，应防止污染扩散，并对产生的废弃物采取隔离和处置措施。

3.0.4 污染建设场地工程勘察全过程应进行监测工作。监测井宜与场地环境调查监测和水文地质试验井相结合。

3.0.5 当场地环境水文地质条件复杂或污染治理修复设计有特殊要求时，应进行专项勘察。

3.0.6 污染建设场地工程勘察评价应包括环境评价和岩土工程评价。环境评价宜结合场地风险评估需要进行；岩土工程评价应按现行国家和行业标准进行。

4 调查和测绘

4.1 一般规定

- 4.1.1 污染建设场地调查应包括资料收集、现场踏勘、人员访谈。
- 4.1.2 污染建设场地地质条件复杂时应进行水文地质与工程地质测绘，对地质条件简单的场地可用调查代替测绘。
- 4.1.3 调查和测绘结论应明确场地及周围区域有无可能的污染源，并进行不确定性分析。若有可能的污染源，应说明可能的污染类型、污染状况和来源，并提出下一步勘察工作的建议。

4.2 资料收集

- 4.2.1 污染建设场地资料收集宜包括下列内容：

- 1 场地利用及历史变迁资料；
- 2 场地自然环境调查资料；
- 3 相邻区域相关资料。

- 4.2.2 场地利用及历史变迁资料宜包括：

- 1 场地及相邻区域的开发及活动状况的航片或卫星图片。
- 2 场地土地规划利用资料。
- 3 场地使用记录资料，包括：

- 1) 场地内建筑（设施）平面布置图、生产工艺流程图、地下管线图；

- 2) 产品、原辅材料及中间体清单、化学品储存及使用清单、地上及地下储罐清单；

- 3) 场地危险废物堆放记录；
- 4) 泄漏记录、废物管理记录；
- 5) 场地土壤及地下水污染记录；
- 6) 场地使用时间记录。

4.2.3 场地自然环境资料宜包括：

- 1 地理位置图、地形、地貌、土壤、水文、地质和气象资料；**
- 2 场地与自然保护区和水源地保护区等的位置关系；**
- 3 区域环境保护规划、环境质量公告、企业在政府部门相关环境备案和批复以及生态和水源保护区规划等；**
- 4 环境监测数据、环境影响报告书或表、环境审计报告和岩土工程勘察报告等。**

4.2.4 场地相邻区域资料宜包括：

- 1 与拟建场地的位置关系；**
- 2 环境监测数据、环境影响报告等环境资料；**
- 3 工程地质与水文地质资料；**
- 4 场地利用及历史变迁资料；**
- 5 社会信息资料。**

4.3 现场调研

4.3.1 现场调研包括踏勘和人员访谈。踏勘时，应实地掌握场地使用现状、地形地貌、周边环境条件、场地内及邻近区域地表水系分布等。

4.3.2 现场踏勘范围应以场地内为主，当场地周边存在可能受污染影响的关注污染物或相邻场地存在目标污染物时，应适当扩大范围。

4.3.3 现场踏勘调查的主要内容宜包括：

- 1 场地的工程地质、水文地质条件和地形地貌；**
- 2 有毒有害物质的使用、处理、储存、处置情况；**
- 3 生产设备、储槽、排水管、沟渠、污水池或其他地表水体、废物堆放地等分布情况；**
- 4 恶臭、化学品味道和刺激性气味，污染和腐蚀的痕迹等；**

5 场地及周围是否有可能受污染物影响的居民区、学校、医院、饮用水源保护区及其他公共场所；

6 场地内新增的固体废物来源、变迁过程及处理措施。

4.3.4 现场踏勘调查方法应包括：

1 可通过对异常气味的辨识和异常痕迹的观察，初步判断场地污染的状况，并通过视频、音频、图像和文字等方式进行记录；

2 必要时可使用现场快速仪器进行测定，测试方法应符合本标准第 7.2 节的规定。

4.3.5 访谈的重点应包括信息补充、对资料收集和现场踏勘所涉及疑问的核实和已有资料的考证。

4.3.6 访谈对象应选择对场地现状及历史的知情人。

4.3.7 访谈方法可采取当面交流、电话交流、电子或书面调查表等方式进行。

4.3.8 访谈后应对访谈内容进行整理，并对照已有资料，对其中可疑处和不完善处进行核实和补充。

4.4 测 绘

4.4.1 污染建设场地测绘的比例尺和精度应符合下列要求：

1 测绘的比例尺宜为1:500~1:10000，当场地地质条件或污染状况复杂时，应选用大比例尺；

2 地质界线和测绘点的精度在图上不应低于2mm。

4.4.2 污染建设场地测绘的内容应包括：

1 场地及其周边一定范围内的地形地貌特征，地质年代、构造与不良地质作用；

2 岩体结构类型、各类结构面性质、岩体风化程度等；

3 地下水的类型、补给来源、排泄条件，井泉位置，含水层的岩性特征、埋藏深度、水位变化、污染情况及其与地表水体的

关系。

4.4.3 测绘点的布设应符合下列要求：

1 在地质构造线、地层接触线、岩性分界线、标准层位和每个地质单元体应有观测点；

2 观测点的密度应根据场地的地貌、地质条件、成图比例尺、工程要求和场地污染源分布等确定，并应具有代表性；

3 观测点应充分利用天然和已有的人工露头，当露头少时，应根据具体情况布置一定数量的探坑或探槽；

4 观测点的定位应根据精度要求选用适当方法；地质构造线、地层接触线、岩性分界线、软弱夹层、地下水露头、不良地质作用及污染源分布等特殊观测点，宜用仪器定位。

4.4.4 测绘时可利用不同时期的遥感影像追溯污染场地的演变过程，并应进行现场检验。检验点数宜为测绘点数的30%~50%。检验工作应包括下列内容：

1 检查解译标志；

2 检查解译结果；

3 检查外推结果；

4 对室内解译难以获得的资料进行野外补充。

5 勘察要求

5.1 一般规定

5.1.1 污染建设场地工程勘察宜分初步勘察与详细勘察两个阶段进行。当场地工程地质条件、污染源及污染物分布基本明确时，可合并勘察阶段，直接进行详细勘察。

5.1.2 污染建设场地工程勘察前，应结合场地地质条件与污染物种类及分布特征，编制勘察大纲。

5.1.3 污染建设场地工程勘察工作应包括下列内容：

- 1 对不同用地分类，明确场地土壤环境背景值；
- 2 查明场地地层结构、含水层分布、地下水补给、径流与排泄条件及水位动态特征等；
- 3 查明场地污染源特征与分布，岩土及地下水中污染物种类、浓度及分布；
- 4 提供满足场地环境评价、污染治理修复设计所需的工程地质、水文地质参数及污染物运移参数，并对污染发展趋势进行分析评价；
- 5 分析和评价场地环境和岩土工程相关问题，并提出防治建议。

5.1.4 勘察工作量应根据下列条件确定：

- 1 已有环境调查、水文地质与工程地质资料；
 - 2 不同勘察阶段要求；
 - 3 场地未来开发利用要求；
 - 4 场地水文地质与工程地质条件；
 - 5 岩土和水质污染类型，以及污染物基本特征；
 - 6 可能采用的治理修复方法。
- 5.1.5** 勘探深度应根据场地现状及规划用途、工程地质与水文地

质勘探要求、环境质量调查要求、取样要求综合确定，除应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的相关规定外，尚应穿透潜在污染的土层，并应至少进入不透水层或弱透水层 1m。

5.1.6 采集试样宜包括岩土样、水样与气样，采样深度根据土层结构、地下水条件和污染物运移条件确定。

5.1.7 用于土的物理力学性质试验的取样数量应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的相关规定。

5.2 初步勘察

5.2.1 初步勘察应满足下列要求：

1 初步查明地层结构、地表水分布、地下水类型与分布、地下水补给排泄条件和动态特征、地下水与邻近地表水的关系；

2 初步查明场地污染源特征与分布，岩土体中污染物种类、浓度，初步判断场地污染途径及污染区域。

5.2.2 初步勘察的勘探点位平面布置应符合下列要求：

1 用于初步查明地质条件的场地勘探点位布置应根据场地现状与规划用途，符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 对各类工程初步勘察勘探点间距的要求。

2 用于初步查明污染状况的岩土采样勘探点位布置宜采用专业判断布点法或网格布点法，并应符合下列规定：

1) 污染源明确的场地宜采用专业判断布点法，场地中每个污染区中央或有明显污染的部位应布置勘探取样点，且污染区内布置不应少于 3 个勘探取样点；

2) 污染源不明确的场地宜采用网格布点法，勘探取样点间距应取 40m~100m，场地面积较小或工程地质及水文地质条件复杂时，宜取小值；

3) 针对污染源不明确的场地，当场地面积小于等于 5000m²

时,场地勘探点数量不少于 3 个;当场地面积大于 5000m^2 且小于等于 10000m^2 时,场地勘探点数量不应少于 6 个;当面积大于 10000m^2 时,场地勘探点数量每 2000m^2 不应少于 1 个。

5.2.3 应初步查明场地地下水的水位与流向、含水层分布、土层的渗透性、地下水中污染物的种类与浓度。地下水取样点数量不应少于 3 个,宜布置在潜在污染区域附近。

5.2.4 初步勘察采取岩土样及水样,应符合下列要求:

1 深度 3m 以内岩土样采取竖向间距应为 0.5m,深度 3m~6m 竖向间距应为 1m,深度 6m 以下竖向间距宜为 2m;

2 当含水层厚度小于 3m 时,可不分层采集地下水试样;当含水层厚度大于等于 3m 时,宜按含水层上、中、下部分别采样,采样数量不应少于 3 个;

3 应在监测井中采取地下水、渗滤液样品进行水质和潜在污染物检测,当需要采取不同深度段的地下水样且在同一钻孔中采取时,应采取严格隔离措施;

4 应在场地附近可能受场地污染影响的河流、湖泊、坑塘中分别采取 1 份地表水样进行环境质量检测。

5.2.5 对有机污染场地或具有显著恶臭、化学品味道、刺激性气味、异常气味场地应进行气味初步辨别,必要时应进行场地包气带土层气样采集,气样采集数量不少于 3 个。

5.3 详细勘察

5.3.1 详细勘察应满足下列要求:

1 查明场地地质构造、地形地貌、地层结构;

2 查明场地土的物理力学指标,分析评价污染物对其性质的影响;

3 查明地表水分布及补排条件；查明地下水类型与分布、补给径流和排泄条件、动态和流场特征，地下水与邻近地表水的关系；

4 查明场地污染源特征与分布、场地岩土及地下水中污染物种类和浓度，分析场地污染途径，确定污染范围；

5 评价水和土对建筑材料的腐蚀性；

6 提供场地环境评价、污染治理修复设计所需的地质和水文地质参数；

7 分析污染治理及土地开发建设相关环境、岩土问题，提出防治方案的建议。

5.3.2 详细勘察应在初步勘察的基础上，结合工程特点、可能采取的治理修复措施，有针对性地布置勘察工作量。

5.3.3 详细勘察的勘探点位平面布置，应根据初步勘察得到的污染场地分布情况，结合场地现状与规划用途、污染物在土层中的迁移特征以及污染场地使用类型综合确定，除应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 中详细勘察的勘探点位布置要求外，还应符合下列要求：

1 在初步划定的污染区内，采样勘探点间距宜小于 20m，污染边界附近应适当加密；

2 未被污染的区域应至少布置 2 个对照采样勘探点；

3 当场地形地貌单元复杂、地层变化大时，宜适当增加勘探点位。

5.3.4 采集岩土样的间隔应在初步勘察的基础上，根据场地地层与地下水分布及污染物的特征确定。判定污染土与非污染土深度界限时，取样间距不宜大于 1m。水样、气样的采集参照初勘要求进行，且每 6400m² 场地不少于 1 个地下水取样点。

6 勘探与取样

6.1 一般规定

6.1.1 勘探方法应根据场地条件、地层结构、污染类型、取样、监测及测试要求等确定，勘探方法包括钻探、井探、槽探和地球物理勘探等。勘探方法的选取应符合勘察目的、岩土及污染特性。

6.1.2 污染场地勘探与取样过程中，应采取隔离措施，避免不同区域勘探孔(坑)之间、同一勘探孔不同深度之间的污染扩散及交叉污染。

6.1.3 现场装有含挥发性、半挥发性有机污染物的土壤，地下水等样品的容器应密封低温、避光保存。

6.1.4 取样应进行详细记录与标志，包括样品编号、日期、取样点坐标、周边基本环境、取样时刻气象气候、深度、水位标高等信息，并收集现场取样图片。按照样品追踪管理要求，移交实验室时应填写交接记录。

6.1.5 勘探结束后，对钻孔应及时采用洁净且低渗透性材料回填；坑探结束后应及时将底土和表土按原层回填到采样坑槽中，并清理人为带来的各类废弃物。对受污染的废弃物应采用专门容器收集，带出场外由具备专业资格的部门处理。

6.2 勘 探

6.2.1 在污染场地钻探时，钻进方法和钻进工艺选择应考虑地层结构、岩土特性、污染物特征、环境敏感性等因素，并符合下列规定：

- 1 钻进方法和工艺宜选用静压、回转、振动、锤击等方法；
- 2 钻孔成孔口径及钻具规格应同时满足取样、测试及钻进工

艺的要求；

3 钻探需钻穿污染含水层下伏隔水底板时，应采用多级套管、分层灌浆回填的钻探方式；

4 钻探成孔宜采用跟管钻进；

5 钻探结束后，应及时对钻具进行冲洗，以减轻钻具腐蚀。

6.2.2 目标污染物埋藏较浅且位于地下水位以上时，可采用槽探、井探识别观察，快速检测污染物特征与浓度。

6.2.3 地球物理勘探宜根据场地条件及污染特征选取适当的方法，解译成果应通过钻探取样验证。

6.2.4 勘探记录除应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021和行业标准《建筑工程地质勘探与取样技术规程》JGJ/T 87的相关规定外，尚应记录污染土及孔隙液颜色、气味状态等感官鉴别结果。

6.3 岩土样采集

6.3.1 用于环境指标检测的土样采样点及采样深度，应考虑污染物性质、污染物可能迁移的深度、土层特征、地下水位等因素。当条件具备时，可利用现场探测设备辅助判断采样深度及部位。

6.3.2 岩土试样的采集应符合下列规定：

1 用于物理力学性质试验的岩土试样应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的相关规定；用于污染物检测的土试样应符合现行国家标准《土壤质量土壤采样技术指南》GB/T 36197 和行业标准《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》HJ 1019 的相关规定。

2 表层土试样的采集可采用人工或机械挖掘槽探，使用采样铲、采样刀、锤击敞口取样器或人工刻切块状土等方式采样。

3 深层土试样的采集可采用钻孔取样，可使用原状取土器或

回转取土器采样，宜采用推式、静压法或锤击法。取土器中衬管材质不得与土试样中潜在污染物发生化学反应。

4 采集用于污染物检测的土试样应使用清洁的取样工具，尽量减少土壤扰动，避免采样过程中出现二次污染。非扰动采样器应为一次性采样器。

5 采集挥发性和半挥发性有机物、易分解有机物等污染的土试样时，应采用无扰动的取样方法和工具。

6 采用现场装备压入法取样时，应使用专用的薄壁取土器，并使用专用机械进行静压推，宜连续取样，贯入速率宜保持为 0.1m/s。

7 每个点位采集的土样不应少于 1kg；应按 10%的比例采集现场平行样，每批次送检样品设置不少于 1 个现场空白样和 1 个旅行空白样。

6.3.3 土试样的保存和运输应避免因保存不当引起土试样污染或失效，应符合下列规定：

1 在采样现场样品必须逐件与样品登记表、样品标签和采样记录进行核对，核对无误后分类装箱。

2 运输过程中严防样品的损失、混淆和污染。对光敏感的样品应有避光外包装。

3 由专人将土壤样品送到实验室，送样者和接样者双方同时清点核实样品，并在样品交接单上签字确认，样品交接单由双方各存一份备查。

4 对于易分解或易挥发等不稳定组分的样品要采取低温保存的运输方法，并尽快送到实验室分析测试。测试项目需要新鲜样品的土样，采集后用可密封的聚乙烯或玻璃容器在 4℃ 以下避光保存，样品要充满容器。

5 避免用含有待测组分或对测试有干扰的材料制成的容器

盛装保存样品，测定有机污染物用的土壤样品要选用玻璃容器保存。

6.4 水样采集

6.4.1 浅层地下水样可采用渗（试）坑方式采集，取样应在有效处理坑底和防止地表水侵入后进行，并应符合下列要求：

- 1 渗（试）坑面积及深度应满足地下水渗出；
- 2 渗（试）坑挖好后，应清洗坑内泥浆水，顶部应妥善覆盖防止地表水或大气降水混入，待水质澄清后方可采样；
- 3 遇暴雨或其他地表水体流入时，坑内水样不应采集。

6.4.2 采用地下水监测井进行地下水样的取样时，应符合以下要求：

- 1 采样前测量地下水位埋深；
- 2 取样前应进行洗井，洗井前应量测地下水水位，洗井过程中水位降深不宜大于 100mm；
- 3 可采用便携设备测试水量、pH 值、氧化还原电位（ORP）、温度、电导率及浊度等；连续三次的测试误差小于 10%后，方可取样；
- 4 应于洗井结束后 2h 内采集地下水样品，宜采用低流量泵进行采样，采样深度不应小于 0.5m，流速应低于 200mL/min；
- 5 当地下水监测井内存在非水相液体时，宜在地下水洗井取样前利用油水界面仪测试非水相液体的厚度，并利用可调节取样深度的取样器采集非水相液体样品。

6.4.3 样品采集时应先采集分析 VOCs 的地下水样品，样品应装满样品瓶并形成凸液面后拧紧瓶盖并缠上封口膜，瓶内不应存在顶空及气泡。

6.4.4 每个水试样的采集不应少于 1000mL。应按 10%的比例采

集现场平行样，每批次送检样品设置不少于 1 个现场空白样。

6.4.5 样品的标志、保存与运输、交接与贮存应符合现行行业标准《地下水环境监测技术规范》HJ/T 164 的规定。

6.5 气样采集

6.5.1 气体采取宜采用主动式抽取法，气体采取装置应包括真空箱、取样袋、抽气泵、气体导管和阀门等。

6.5.2 采取气体每一批样品不应少于 1 个空白样。

6.5.3 气体采取前，应用被测气体将取样袋充洗三次，取样结束后应将取样袋避光保存，并在 24h 内完成室内试验测试。

6.5.4 气体试样的采集、储存及运输应符合现行国家标准《土壤质量 土壤气体采样指南》GB/T 36198 的相关规定。

7 现场测试

7.1 一般规定

7.1.1 污染场地岩土力学参数宜采用原位测试方法进行岩土的物理力学性质测试，测试除应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的规定外，中等、严重污染土承载力、变形指标尚应采用静力载荷试验确定。

7.1.2 应根据工程需要开展水文地质试验，测定水文地质参数。渗透系数可采用孔压静力触探进行测试。水文地质参数应采用监测井的地下水量测和水文地质试验确定。

7.1.3 选用的工程物探方法和仪器除应符合本章规定外，尚应符合现行行业标准《城市工程地球物理探测标准》CJJ/T 7 的相关规定。

7.1.4 在污染区或可能污染区进行现场测试时，测试孔完成后应及时注入清洁且低渗透的材料进行封孔，防止污染物迁移。

7.2 现场快速测试

7.2.1 污染物浓度现场快速测试，宜根据场地条件、污染物特征、介质性质选用便携式检测仪进行。

7.2.2 污染场地土的现场快速测定，应符合下列规定：

1 土的 pH、电导率的现场测定，可使用便携式 pH/电导率测试仪法，土的氧化还原电位的现场测试，可采用电位法、去极化法及铂电极直接测定法；

2 对土的重金属污染元素进行快速定位和识别、快速分析，可采用手持式 X 射线荧光光谱仪法；

3 对土中挥发性有机物的污染程度进行现场初步评价时，可

采用便携式挥发性有机物测定仪法、比长式检测管法、电化学传感器法、便携式傅里叶红外仪法。

7.2.3 污染场地地表水、地下水的现场快速测定，应符合下列规定：

1 浊度、色度、悬浮物、余氯、总氯、化合氯、二氧化氯、溶解氧等水质参数的快速检测，可用便携式多参数水质测定仪法、便携式水质检测箱法；

2 地下水、地表水、生活污水和工业废水中氰化物、氟化物、硫化物、二价锰、六价铬、镍、氨氮、苯胺、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、磷酸盐以及化学需氧量等污染物的快速分析，可采用真空检测管-电子比色法；

3 水中游离氯和总氯的测定，可采用 N,N-二乙基-1,4-苯二胺滴定法或 N,N-二乙基-1,4-苯二胺分光光度法；

4 水中溶解氧的现场测定，可采用便携式溶解氧测定仪法。

7.2.4 污染场地气体的现场快速测定，应符合下列规定：

1 挥发性有机物、无机有害气体的定性半定量现场监测，可用便携式傅里叶红外仪法；

2 有毒有害气体的定性半定量现场监测，可用比长式检测管法、电化学传感器法。

7.3 孔压静力触探

7.3.1 孔压静力触探适用于素填土、黏性土、粉土和砂土，可用于定性或半定量判断地块污染物类型和污染范围。

7.3.2 可选用测定土层电阻率或介电常数的探头进行测试。

7.3.3 电阻率孔压静力触探贯入装备要求和操作步骤除应按照《孔压静力触探测试技术规程》T/CCES 1 执行外，还应符合下列要求：

1 污染物类型和浓度能够被所选静力触探探头测定和判别；

2 定量探测污染土体中挥发性有机物浓度的气渗性探头，左右两侧的圆形气体渗透膜应对称；

3 当污染物对机具仪器有腐蚀时，应采取必要的防护措施；

4 当采用薄膜界面探测仪（MIP）或气渗性探头进行污染物探测时，应进行响应测试，保证测试装置的完整性与可靠性，并调节温度控制器保证挥发性有机物正常气化；

5 应定期检查设备是否受化学污染和密封损坏，采用温水和无磷洗涤剂对受污染的探头进行清洗，并用去离子水冲洗和干燥处理。

7.3.4 应对污染区的电阻率或介电常数测试值与区域背景值进行对比分析，依据测试值的异常程度初步判定污染土与地下水的分布范围。

7.4 工程物探

7.4.1 采用工程物探方法进行污染场地勘察时，应选择对污染物及其反应副产物敏感、异常场与背景场差异明显的方法，并应满足下列要求：

1 被探测污染物与周围岩土体之间有明显的地球物理性质差异；

2 被探测污染物具有一定的规模；

3 被探测污染物形成的地球物理异常场应能够从背景场中分辨和识别。

7.4.2 高密度电阻率法、电阻率层析成像法可用于重金属污染、有机物污染等场地的测试。现场测试时应符合下列要求：

1 应根据场地条件和测试要求选用不同的方法；

2 高密度电阻率法的剖面长度宜大于 6 倍最大目标探测深度；

3 电阻率层析成像布孔深度宜大于最大目标探测深度与 1 倍测孔间距之和，相邻测孔间距不宜大于测孔深度的 1/2；

4 高密度电阻率测线的布设要充分考虑地下水流场的影响，沿水力坡降方向应适当加大测线布设密度。

7.4.3 探地雷达法可用于石油烃类污染场地测试，现场测试应符合下列要求：

1 天线频率选择应根据工作条件和探测深度通过现场试验确定；

2 同等条件下宜选择屏蔽天线；

3 现场测试时应避开强干扰物；

4 探测前初步确定污染物富集区域地层含水率信息。若场地过于干燥（含水率低于 3%），探测前需对场地进行洒水。

7.4.4 激发极化法可用于重金属污染物、有机污染物污染场地测试，现场测试时应符合下列规定：

1 测线长度应大于供电极距的 2/3，需移动供电电极完成整条测线的观测时，在相邻观测段间应有 2 个~3 个重复观测点；

2 一线供电多线观测时，旁测线与主测线间的最大距离应不大于供电极距的 1/5；

3 供电电流强度变化应不大于 5.0%；

4 二次场的电位差值宜大于 1mV；

5 仪器的调零工作应在规定的供电时间内完成。

7.4.5 高精度磁法可用于重金属污染物污染场地测试，现场测试时应符合下列规定：

1 测线间距宜根据预估污染区域规模确定，不宜大于 10m。

2 点距应保证在污染区异常处存在连续测点，以能清晰体现

异常为原则。

3 探测开始前应确定探头最佳高度，每次观测时探头高度和方向应保持一致。

4 观测时相邻测点读数差异较大时，应加密测点；相邻测线异常明显变化时，应加密测线；测区边缘存在异常时，应扩大观测范围。

7.4.6 电磁感应法可用于重金属污染物、有机污染物污染场地测试，现场测试时应符合下列规定：

1 宜使用两种及以上线圈频率开展现场测试工作；

2 现场测试时天线方向宜保持一致，以消除相位干扰问题；

3 现场观测时相邻点读数差异较大时，应进行重复测量直至稳定，必要时加密测点。

7.4.7 当采用多种物探方法时，应当结合地球化学数据进行综合判释。有机物污染场地探测结果解译前，通过取样分析明确有机物污染源区的演化历史信息，包括有机物与地下水的多相流体系状态、代表生物降解的地球化学指标（如石油烃、最终电子受体、副产物、衍生化合物等）。有疑问时，应进行取样检测及分析验证。

7.5 水文地质参数测试

7.5.1 水文地质参数宜包括地下水水位、地下水流向、地下水流速、渗透系数、给水度、贮水系数、弥散系数等。

7.5.2 勘探遇地下水时应量测初见水位和静止水位，并应利用地下水监测试验井统一量测稳定水位和水温，量测读数至厘米。多层含水层的水位量测，应采取止水措施，将被测含水层与其他含水层隔开。

7.5.3 测定地下水流向可用几何法；测定地下水流速可利用指示

剂或示踪剂，采用化学方法、比色法、电解法、充电法、放射性示踪法。

7.5.4 场地含水层渗透和固结参数可采用孔压静力触探试验确定。具体可按本标准附录 B 进行。

7.5.5 当采用水文地质试验确定场地水文地质参数时，宜选择对地层和地下水扰动小的注水试验，工程需要时可进行钻孔抽水试验，且注水试验应符合现行行业标准《水利水电工程注水试验规程》SL 345 的相关规定；抽水试验应符合国家现行标准《供水水文地质勘察规范》GB 50027 和《水利水电工程钻孔抽水试验规程》SL 320 的相关规定。

7.5.6 含水层水动力弥散系数的原位测试方法宜根据场地水文地质条件、污染源的分布以及污染源与地下水的相互关系确定，可采用天然状态法、附加水头法、连续注水法、脉冲注入法。

8 监 测

8.1 一般规定

8.1.1 污染场地监测应在初步勘察阶段开始,并根据需要在详细勘察阶段增加监测点和监测项目。

8.1.2 污染场地监测范围应为前期污染调查初步确定的场地边界范围。

8.1.3 监测对象应包括地下水、地表水及土壤气体,监测工作宜与场地污染调查相结合。

8.1.4 场地深层地下水监测应采用地下水监测井。

8.1.5 地表水与地下水的监测频次宜保持一致,宜每月取样 2 次;当遇到特殊情况或监测发现污染加剧,应随时取样频次。

8.1.6 场地内或场地外与场地有密切水力联系的地表水应布置监测站,每个水体至少设置 1 个地表水监测站。

8.1.7 挥发性有机物污染的场地应布置土壤气体监测井。

8.2 监测项目

8.2.1 污染场地地下水的监测项目应包括水文地质项目及现行国家标准《地下水质量标准》GB/T 14848 所分类的感官性状、一般化学指标及非常规指标,并应符合下列规定:

1 水文地质项目应包括地下水水位、水质、水量、水温,并宜包括流速、流场变化等;

2 一般化学指标及非常规指标应根据勘探和取样成果、地下水质量评价、场地风险评价及治理修复要求综合确定,可在现行国家标准《地下水质量标准》GB/T 14848 所规定的分类指标基础上酌情增加。

8.2.2 污染场地地表水监测项目的确定原则应符合现行行业标准《地表水和污水监测技术规范》HJ/T 91 的相关规定，并根据地下水的监测项目综合确定。

8.2.3 污染场地气体监测项目应根据勘探和取样成果及场地风险评价要求综合确定。

8.3 监测点布置

8.3.1 监测点布置总体上应能反映监测区域内的环境质量状况，并保持监测数据的连续性。

8.3.2 地下水监测应沿地下水流向为主、垂直地下水流向为辅布设监测井。

8.3.3 地下水监测井深度应根据监测目的、含水层类型和厚度分析确定，并应进入底板弱透水层不小于 0.5m，且不得穿透下卧底板弱透水层。

8.3.4 当涉及多层地下水时，应针对可能污染的含水层分层设置监测井。

8.3.5 地下水监测井点数量不应少于 3 个，且宜布置在潜在污染区或附近。当确认场地地下水污染时，地下水监测井点布置应满足查明地下水污染范围的要求，数量不应少于 9 个，其中污染区内地下水流向上游、两侧至少应各有 1 个地下水监测井点，地下水流向下游应有 2 个地下水监测井点，地下水污染区外的上游、下游、两侧应各有 1 个地下水监测井点；当污染含水层之下另有含水层时，至少应设置 1 个地下水监测井点。

8.3.6 当场地内或其附近地表水污染且需分析影响时，应监测地表水流量及水质，监测布点可按现行行业标准《地表水和污水监测技术规范》HJ/T 91 执行。

8.3.7 土壤气体监测井应结合场地污染状况布置，数量不宜少于

3 个，在重污染区宜适当增加。监测井深度应揭穿水位以上主要污染层。

8.4 监测井

8.4.1 地下水监测井井身结构以及结构记录应符合本标准附录 A 的规定。

8.4.2 地下水监测井井管材质、直径及连接方式应符合下列规定：

1 井管材质应选择坚固、耐腐蚀、不会对地下水水质造成污染的管材，并满足监测井强度要求；

2 监测井井管直径应满足洗井和采样要求，宜选择直径 50mm~100mm 的井管；钻探成孔直径宜超过井管直径不少于 200mm，即滤料厚度不宜小于 100mm；

3 井管连接可采用螺纹等机械式连接，不得使用可能污染地下水水质的连接材料，并避免连接处发生渗漏。

8.4.3 地下水监测井滤水管应置于监测目标含水层中，滤水管长度应根据地下水中污染物特征和水位动态确定，滤水管的孔隙大小应能防止 90% 的滤料进入井内，孔隙率宜为 15%~35%。

8.4.4 地下水监测井滤料应符合下列要求：

1 井管和钻孔之间由下至上依次围填主要滤料层、次要滤料层、止水层、回填层；

2 主要滤料层位于过滤管周围，应填充至超过过滤管上部 600mm，滤料宜选用石英砂，滤料的粒径宜根据目标含水层土壤的粒径确定；

3 次要滤料层宜填充大于 200mm 厚的粒径为 0.1mm~2mm 的石英砂；

4 止水层应填充大于 600mm 厚的粒径为 6mm~12mm 的球

状或扁平状膨润土颗粒，确保监测井目的层与其他层之间止水良好；止水材料必须无毒、无味、不污染水质；

5 回填层可用水泥浆、含 5%膨润土的水泥浆或膨润土浆回填至地表，固定井管并防止地表渗漏影响监测；

6 填料过程应选择合适填充工艺，避免出现架桥、卡锁或填充不实等现象。

8.4.5 当地下水监测井钻探引入外来浆液或产生较多钻屑时，下管前应进行清孔。

8.4.6 地下水监测井可根据实际情况设为平台式或隐蔽式监测井。监测井管套顶盖可加锁，井外设标示牌并注明相关信息。

8.4.7 地下水监测井设置后应进行成井洗井，洗井标准为总悬浮固体含量小于 5mg/L 或出水浊度小于 5NTU，抽汲地下水量不宜小于 3 倍井容积。工程需要时，清洗过程宜对抽取的地下水进行 pH 值、温度、电导率、溶解氧等参数测试。

8.4.8 当废弃的地下水监测井需要拆除时，应采取措施防止污染物扩散，并符合下列规定：

1 当井口有保护装置时，应先予以拆除；

2 应采取灌浆回填；

3 拆除过程中及拆除完成后，应及时清理现场废弃物并妥善处置。

8.4.9 土壤气监测井应使用惰性材料建井。

8.4.10 土壤气监测井井身结构宜符合本标准附录 A 的规定。

8.4.11 土壤气监测井成井应符合下列要求：

1 钻探选择对土壤扰动较小的工艺；

2 钻探过程中不应加入水或泥浆；

3 成井后应进行洗井；

4 成井完毕应进行气密性测试。

9 室内试验

9.1 一般规定

9.1.1 污染建设场地工程勘察应进行室内土的物理力学试验，土、水和气的腐蚀性试验及环境指标的检测。试验内容应包括下列内容：

- 1 污染场地土的物理力学性质、土的腐蚀性、土的环境质量；
- 2 地下水及地表水的环境质量及水的腐蚀性；
- 3 固体废物鉴别；
- 4 土的浸出毒性；
- 5 气样化学分析试验。

9.1.2 室内试验所产生废液与废物、余留试样应分类收集，设置明显标志，妥善保管，并定期回收处理。

9.2 土的物理力学试验

9.2.1 污染场地土的物理力学性质试验内容和方法应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021、《土工试验方法标准》GB/T 50123 的相关规定。

9.2.2 对重金属、有机物、强酸、强碱及其他对人体健康安全存在潜在风险的污染土进行液限及塑限测试时，宜采用现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 所规定的液、塑限联合测定法。

9.2.3 污染土的室内渗透试验所用的主要仪器设备、试样制备、试验步骤应采用现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 的相关规定。

9.2.4 污染土的室内渗透试验的试验终止条件应符合下列规定：

- 1 连续 4 次所测定的渗透渗入量与渗出量的比值应在

0.75~1.25 之间；

2 初步获取渗透系数大于 10^{-8}cm/s 时，至少连续 4 次所测定渗透系数的变化幅度应小于等于 25%；初步获取渗透系数小于 10^{-8}cm/s 时，至少连续 4 次所测定渗透系数的变化幅度应小于 50%；渗透系数随试验时间应无明显单调升高或降低趋势；

3 测定渗入液与渗出液 pH 值、电导率及污染物浓度之间的相对误差小于 10%，且渗出液 pH 值、电导率及污染物浓度随试验时间应无明显单调升高或降低趋势；

4 累积渗出液体积与试样孔隙体积的比值不宜小于 2.0。

9.3 土和水的腐蚀性试验

9.3.1 根据污染场地污染分布空间差异、地下结构深度与材料种类，每个污染场地土和水腐蚀性试验应分别不少于 6 组。

9.3.2 污染场地土和水的腐蚀性评价的测试项目应符合下列规定：

1 污染场地中土对混凝土结构腐蚀性的测试项目包括 pH 值、重金属、硫酸盐（以 SO_4^{2-} 计）、氯化物（以 Cl^- 计）、阴离子表面活性剂、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、碳酸盐（以 CO_3^{2-} 计）及碳酸氢盐（以 HCO_3^- 计）；

2 污染场地中土对钢结构腐蚀性的测试项目包括 pH 值、氧化还原电位、极化电流密度、电阻率、质量损失；

3 污染场地中地下水对混凝土结构和钢结构腐蚀性的测试项目包括 pH 值、重金属、硫酸盐（以 SO_4^{2-} 计）、氯化物（以 Cl^- 计）、阴离子表面活性剂、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、碳酸盐（以 CO_3^{2-} 计）、碳酸氢盐（以 HCO_3^- 计）、侵蚀性 CO_2 、游离 CO_2 、按盐（以 NH_4^+ 计）、苛性碱含量（以 NaOH 、 KOH 中 OH^- 含量之和计）、总矿化度、电阻率。

9.3.3 腐蚀性测试项目的试验方法应符合表 9.3.3 的规定。

表 9.3.3 腐蚀性测试项目的试验方法

序号	试验项目	试验方法
1	pH 值	电位法或锥形玻璃电极法
2	Ca ²⁺	EDTA 容量法
3	Mg ²⁺	EDTA 容量法
4	Cl ⁻	摩尔法
5	SO ₄ ²⁻	EDTA 容量法、质量法或光谱法
6	HCO ₃ ⁻	酸滴定法
7	CO ₃ ²⁻	酸滴定法
8	侵蚀性 CO ₂	盖耶尔法
9	游离 CO ₂	酸滴定法
10	NH ₄ ⁺	钠氏试剂比色法
11	OH ⁻	酸滴定法
12	总矿化度	计算法
13	氧化还原电位	铂电极法
14	极化电流密度	原位极化法
15	电阻率	四极法
16	质量损失	管罐法

9.3.4 污染场地土和水的腐蚀性评价及分级应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的相关规定。

9.4 污染场地环境指标检测

9.4.1 污染场地土的环境质量检测项目与方法应符合现行国家标准《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》GB 36600和现行行业标准《建设用地土壤污染状况调查

技术导则》HJ 25.1的相关规定。

9.4.2 地下水环境质量检测项目与方法应符合现行国家标准《地下水质量标准》GB/T 14848和现行行业标准《地下水环境监测技术规范》HJ/T 164的相关规定。

9.4.3 地表水的环境质量检测项目和方法应符合现行国家标准《地表水环境质量标准》GB 3838的相关规定。

9.4.4 土试样的污染物浸出毒性的试验方法及试样数量应符合现行行业标准《固体废物 浸出毒性浸出方法 硫酸硝酸法》HJ/T 299 的相关规定。针对特殊要求，可按照下列方法进行浸出毒性试验：

1 基于环境 pH 影响，可按本标准附录 C 测定：

2 基于长期浸出累积效应及固液比影响，可按本标准附录 D 测定。

9.4.5 原状或扰动土试样的表观扩散系数应采用一维半动态浸出试验，试验方法可按本标准附录 F 测定。

9.4.6 污染场地中固体废物与非固体废物的鉴别应依次根据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》、现行国家标准《固体废物鉴别标准 通则》GB 34330 的相关规定进行判断。凡列入《国家危险废物名录》的固体废物，属于危险废物，不需要进行危险特性鉴别。对未列入《国家危险废物名录》的固体废物，应向具有危险废物鉴别资质的机构送检，进行危险废物鉴别。

9.4.7 污染场地气样化学分析试验的种类应根据场地污染调查结果、刺激性气味、异常气味的现场辨识综合确定。污染场地气样污染物浓度测定方法应按表 9.4.7 所列现行行业标准进行。

表 9.4.7 气样污染物浓度测定方法

污 染 物	测 定 方 法	现 行 标 准
总烃、甲烷和非甲烷总烃	直接进样-气相色谱法	HJ 604
苯可溶物	索氏提取-重量法	HJ 690
氮氧化物	非分散红外吸收法	HJ 692
	定电位电解法	HJ 693
气相挥发性有机物	气相色谱-质谱法	HJ 734
硝基苯类化合物	气相色谱法	HJ 738
	气相色谱-质谱法	HJ 739
有机氯农药	气相色谱-质谱法	HJ 900
	气相色谱法	HJ 901
多氯联苯	气相色谱-质谱法	HJ 902
	气相色谱法	HJ 903
多氯联苯混合物	气相色谱法	HJ 904

10 成果报告

10.1 一般规定

10.1.1 勘察成果报告应在整理、检查和分析原始资料的基础上，对污染场地进行环境评价和岩土工程评价。

10.1.2 勘察成果报告应对治理修复方法和场地再开发利用提出建议。

10.1.3 勘察成果报告应资料完整、数据准确、图表清晰、分析评价合理、结论正确。

10.2 环境评价

10.2.1 污染场地环境评价应结合场地用地类型、场地污染风险筛选值和再开发利用要求进行。

10.2.2 污染场地环境评价内容应包括污染物类型、空间分布、浓度及其超标率、毒性特征，污染对岩土体工程性质的影响，污染对工程建设的影响，再开发利用的适宜性，污染场地内污染处理建议和处理方法,的相关参数等。

10.2.3 污染场地对环境影响评价应结合工程具体要求进行。土壤环境质量评价宜按现行国家标准《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》GB 36600、《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》GB 15618 和行业标准《土壤环境监测技术规范》HJ/T 166 执行。地下水质量评价宜按现行国家标准《地下水质量标准》GB/T 14848 和《地表水环境质量标准》GB 3838 执行。

10.3 岩土工程评价

10.3.1 岩土工程分析评价应在勘探与测试、室内试验成果和已有

工程经验的基础上，结合工程特点和要求进行。

10.3.2 岩土工程分析评价应符合下列要求：

1 充分了解工程结构的类型、特点、荷载情况和变形控制要求；

2 分析受污染地基土的物理力学性质指标与非污染区地基土的差异，评价污染对地基土强度与变形等指标的影响；

3 评价场地土与地下水对建筑材料的腐蚀性；

4 分析评价土与地下水受污染程度及对建设工程的影响，并确定工程特性影响程度；

5 应针对污染土与地下水修复治理目标，结合场地地质条件及拟建建筑地基基础方案，提出污染场地的修复治理建议；

6 对于理论依据不足、实践经验不多的岩土工程问题，可通过现场模型试验或足尺试验取得实测数据进行分析评价。

10.3.3 岩土工程分析评价应在定性分析的基础上进行定量分析。岩土体的变形、强度和稳定应定量分析；场地的适宜性、场地地质条件的稳定性，可仅做定性分析。

10.3.4 局部污染建设场地应分区统计岩土物理力学指标，并评价污染对岩土工程特性的影响，影响程度可按表 10.3.4 划分，根据工程具体情况，采用强度、变形、渗透等工程特性指标进行综合评价。

表 10.3.4 污染对岩土工程特性的影响程度

影响程度	轻微	中等	大
工程特性指标变化率（%）	<10	10~30	>30

10.3.5 岩土工程计算应符合下列要求：

1 按承载能力极限状态计算，可用于评价岩土地基承载力和边坡、挡墙、地基稳定性等问题，可根据有关设计规范规定，用

分项系数或总安全系数方法计算，有经验时也可用隐含安全系数的抗力容许值进行计算；

2 按正常使用极限状态要求进行验算控制，可用于评价岩土体的变形、动力反应、透水性和涌水量等。

10.3.6 勘察报告中岩土工程评价应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的相关规定。

10.4 报告内容

10.4.1 污染场地勘察报告应根据任务要求、勘察阶段、工程特点等具体情况编写，勘察报告应包括勘察文字报告、勘察图表和附件。

10.4.2 勘察文字报告应包括下列内容：

- 1 项目概况；
- 2 勘察阶段、勘察目的、任务要求、依据的主要技术标准；
- 3 勘察方法、勘察工作布置和完成情况；
- 4 现场勘探与取样、测试、监测、室内试验的质量控制；
- 5 场地地形、地貌、地层分布、地质构造、岩土物理力学性质及其均匀性；
- 6 地下水埋藏情况、类型、水位、水文地质参数；
- 7 场地利用与污染历史；
- 8 场地土和地下水中污染物类型、浓度、空间分布及污染状况评价；场地内及周边地表水的污染类型和浓度；污染物运移路径、运移特点；
- 9 对建设场地进行岩土工程评价和适宜性评价；
- 10 对建设场地进行环境评价，根据任务要求对场地是否需要修复治理做出结论，提出修复治理方法及相关监测、检测的建议，提出污染场地内污染处理建议和处理方法的相关参数；

11 不确定性分析。

10.4.3 勘察报告应附下列图表：

- 1 勘探点平面位置图；
- 2 环境地质条件图；
- 3 综合平面图或分区图；
- 4 勘探柱状图；
- 5 工程地质剖面图；
- 6 水文地质剖面图；
- 7 原位测试成果图表；
- 8 室内试验成果图表；
- 9 工程物探成果图表；
- 10 监测井结构剖面图；
- 11 现场记录照片。

10.4.4 完成的现场监测、水文试验、工程物探、室内试验等成果报告，样品追踪监管记录，以及收集的专项检测报告、场地环评报告等资料，可作为勘察报告附件。

附录 A 现场踏勘记录表格

A.0.1 现场踏勘可按表 A.0.1 进行记录。

表 A. 0. 1 现场踏勘记录表格

项目信息	工程编号		工程名称		
	地 点				
位置	记录内容			现场快速测试	
				方法	数值
场地内					
邻近场地					
踏勘单位：记录员：项目负责：时间：					

附录 B 人员访谈记录表格

B.0.1 人员访谈可按表 B.0.1 进行记录。

表 B. 0. 1 人员访谈记录表格

项目信息	工程编号		工程名称	
	地 点			
被访谈人信息	记录内容			访谈方式
姓名、年龄、住址、 职业、工作经历、 为何知情等				
姓名、年龄、住址、 职业、工作经历、 为何知情等				
姓名、年龄、住址、 职业、工作经历、 为何知情等				
访谈单位：	访谈人：	项目负责：	时间：	

附录 C 勘探记录表格

C.0.1 勘探记录参照表 C.0.1 执行。

表 C.0.1 勘探记录表格

项目信息		工程编号		工程名称				
		地 点						
钻孔信息		编 号		钻孔日期		孔口标高 (m)		
		钻机类型		初见水位 (m)		钻孔坐标	X	
				稳定水位 (m)			Y	
标高 (m)	钻孔深度 (m)	柱状图	野外描述	变层深度 (m)	采样			
					样品编号	采样深度 (m)	现场检测	
							项目	数值
[1] 高程系统： _____ [2] 平面坐标系： _____ [3] 现场测试仪器与规格： _____ 施工单位： _____ 记录员： _____ 项目负责： _____								

附录 D 监测井结构图

D.0.1 平台式地下水监测井结构见图 D.0.1。

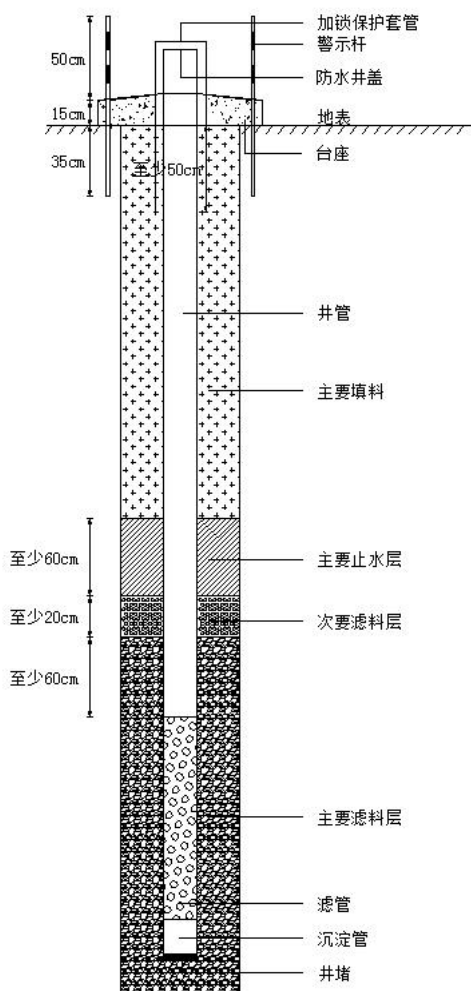


图 D.0.1 平台式地下水监测井结构示意图

D.0.2 隐蔽式地下水监测井结构见图 D.0.2。

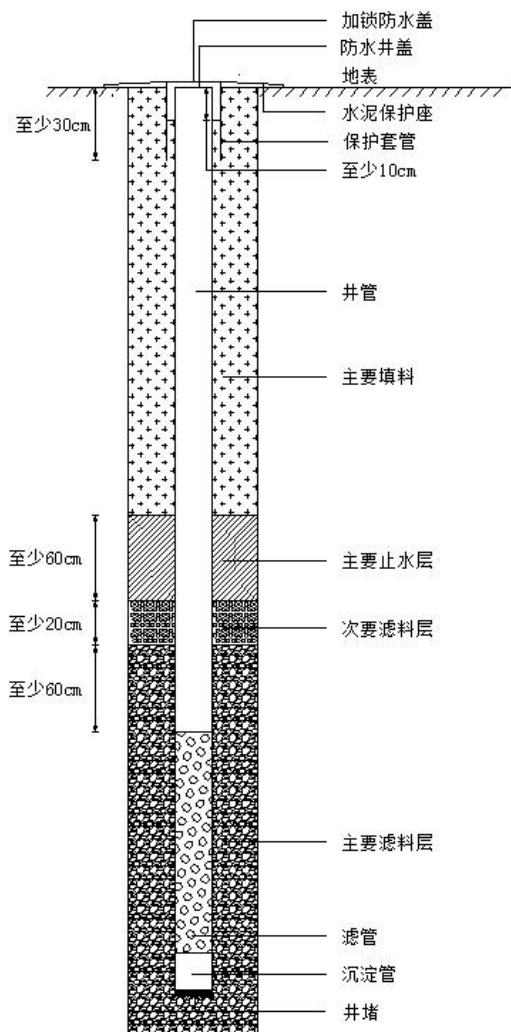


图 D.0.2 隐蔽式地下水监测井结构示意图

D.0.3 土壤气监测井结构见图 D.0.3。

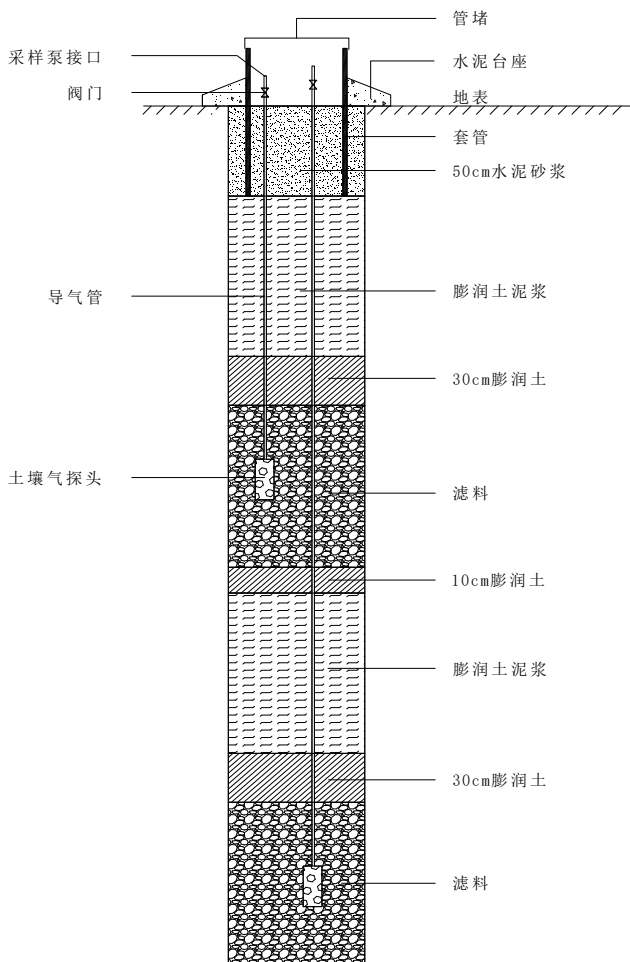


图 D.0.3 土壤气监测井结构示意图

附录 E 基于孔压静力触探的场地土层渗透系数测试方法

E.1 准备工作

E.1.1 孔压静力触探测试前的情况调查、资料收集应包括下列内容：

- 1 工程类型、测试孔位分布和孔深要求；
- 2 测试作业区地形、交通和供电情况；
- 3 场地地层概况及勘探资料；
- 4 作业区及附近地下管线、人防工程等情况；
- 5 作业区范围内高压电线、强磁场源等。

E.1.2 测试用电缆应按探杆顺序，一次穿杆连接，电缆长度应满足测试要求。

E.1.3 孔压过滤环应采用室内真空抽吸法进行饱和，抽真空时间不得少于24h。

E.1.4 测试作业前，应检查使用的探头是否符合使用要求规定，并核对探头标定记录，调零试压。

E.1.5 探头在贯入前，应采用注射器对孔压传感器的应变腔注入脱气液体（硅油或甘油）进行饱和。

E.1.6 探头、电缆、数据采集仪和深度编码器的接插与调试，应符合孔压静力触探仪的使用规定。

E.1.7 孔压静力触探主机的安放位置应场地平整。主机就位后，应调平机座并使用水平尺校准，使之与反力装置衔接、锁定；当孔压静力触探主机不能按指定孔位安装时，应记录移动后的孔位和地面高程。

E. 2 现场测试

- E. 2. 1 现场测试应同时测试锥尖阻力、侧壁摩阻力、孔隙水压力及贯入深度。
- E. 2. 2 在贯入过程中应采取措施保证匀速贯入和探杆的垂直度要求。
- E. 2. 3 贯入操作过程应匀速，速率应为 (1.2 ± 0.3) m/min，应有保证匀速贯入的控制装置。
- E. 2. 4 在正常贯入过程中不应提拔探杆。
- E. 2. 5 孔压消散试验，应符合下列规定：
- 1 孔压消散试验前，宜查明地下水位情况。
 - 2 当贯入到预定深度时，应从探头停止贯入之时起记录不同时刻的孔压值。在测试过程中，不得松动、碰撞及对探杆施加外力。
 - 3 孔压消散试验数据的记录时间间隔应符合表 E.2.5 的规定。

表 E. 2. 5 孔压消散试验数据记录时间间隔

孔压消散时间阶段 (min)	记录时间间隔 (秒/次)
0~1	0. 5
1~10	1
10~100	2
>100	5

- 4 当测试场地地下水位未知时，至少应有一个触探孔做到孔压消散达到稳定值为止。
- E. 2. 6 当孔压静力触探孔位附近已有其他勘探孔时，应将触探孔布置在距原勘探孔 1.1m 以外的范围。当需与其他勘探孔结果进行对比试验时，两孔间距不宜大于 2m，并应先进行孔压静力触探，

然后进行其他勘探。

E. 2.7 软黏土中孔压静力触探测试应做孔压消散试验。孔压消散试验的持续时间不应少于超静孔隙水压力消散达到 50%的时间。

E. 2.8 孔压静力触探现场测试遇下列情况之一时，应停止贯入：

- 1 孔压静力触探主机负荷达到其额定荷载的 120%；
- 2 贯入时探杆出现明显弯曲；
- 3 贯入时探杆出现明显的倾斜，或者探头偏离铅垂线的角度达到 10° ；

- 4 反力装置失效；
- 5 探头负荷达到额定荷载；
- 6 记录仪器显示异常。

E. 2.9 贯入结束起拔探杆、取回探头，应符合下列规定：

- 1 探头拔出后，探头的侧壁摩擦筒应能进行 360° 旋转；
- 2 探头拔出地面后，应清理探头；
- 3 探头应避免阳光直射，读取基线读数，并将此次基线读数与初始基线读数进行对比。

- 4 孔压静力触探测试完成后应封孔。

E. 2.10 孔压静力触探测试移位时，探头的应变腔应重新进行饱和，并应更换经饱和的孔压过滤环。

E. 3 数据采集

E. 3.1 孔压静力触探应采用自动数据采集仪采集测试数据。

E. 3.2 数据采集仪应符合下列规定：

- 1 电源的额定电压和电流应满足工作需要；
- 2 非线性度小于等于 40ppm，温漂小于等于 $0.6 \mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ ；
- 3 工作环境温度为 $-10^{\circ}\text{C} \sim 45^{\circ}\text{C}$ ；
- 4 静力触探完成后，数据采集仪应具有调零复位功能；

5 数据采集间隔沿深度不得大于 5cm。

E. 3.3 测试数据采集应包括下列内容：

- 1 贯入深度；
- 2 锥尖阻力；
- 3 侧壁摩阻力；
- 4 孔隙水压力；
- 5 电阻率；
- 6 孔压消散测试等。

E. 3.4 测试数据保存格式宜与数据后处理软件相匹配。

E. 4 成果应用

E. 4.1 黏性土水平向固结系数可根据孔压消散试验结果，按下列公式计算：

$$c_h = \frac{t^* \cdot r^2 \cdot \sqrt{I_t}}{t_{50}} \quad (\text{E.4.1-1})$$

$$I_t = 1000 \frac{G_0}{S_u} \quad (\text{E.4.1-2})$$

式中： c_h ——水平固结系数（ cm^2/s ）；

r ——探头半径（ mm ）；

I_t ——刚度指数；

G_0 ——小应变动剪切模量（ MPa ）；

S_u ——不排水抗剪强度（ kPa ）；

t_{50} ——超孔压消散达 50% 时对应的时间（ s ）；

t^* ——相应于 t_{50} 的时间因数，取值 0.245。

E. 4.2 黏性土水平渗透系数可根据孔压消散试验结果，按下式计算：

$$k_h = (251 t_{50})^{-1.25} \quad (\text{E.4.2})$$

式中： k_h ——水平渗透系数（cm/s）；

t_{50} ——超孔压消散达 50%时对应的时间（s）。

附录 F 基于目标 pH 值的污染土浸出毒性平行 批处理试验方法

F.0.1 根据风干污染土的含水率、粒度分析，应确定试验所需的污染土质量，并将污染土封存于密闭容器，宜对污染土进行粉碎、研磨。对潜在有机污染土，不应采用烘干法干燥污染土。污染土质量、容器体积、浸出试验的振荡时间应根据表 F.0.1 确定。容器不得与污染土中潜在污染物、酸、碱发生化学反应。

表 F.0.1 污染土试样质量与容器体积

粒径（85%通过率） （mm）	干土质量 （g）	密闭容器体积（mL）	振荡时间（h）
0.3	20	250	24
2.0	40	500	48
5.0	80	1000	72

F.0.2 污染土的预滴定试验应按以下步骤进行：

- 1 根据风干污染土含水率，取干土质量为 10g 的风干污染土试样；
- 2 按照 10g 干土：100mL（0.1g/mL）的液固比制备 5 组土-去离子水混合物，分别进行平行滴定试验；
- 3 分别采用硝酸、氢氧化钾溶液进行污染土试样预滴定，确定每次滴定所消耗酸当量（每克干土所需氢离子摩尔质量，mmol/g）或碱当量（每克干土所需氢氧根离子摩尔质量，mmol/g），并测定滴定后污染土试样 pH，滴定的 pH 范围宜达到 2～13；
- 4 建立污染土试样 pH 与滴定酸、碱当量的关系，绘制成污染土试样滴定曲线。

F.0.3 制备标准酸、碱添加物，确定酸、碱添加量，应按下列步

步骤进行：

1 制备硝酸溶液，作为标准酸添加物，酸（硝酸）浓度可取为 2mol/L；

2 制备氢氧化钾溶液，作为标准碱添加物，碱（氢氧化钾）浓度可取为 1mol/L；

3 根据污染土试样滴定曲线，确定 0.1g/mL 的固液比控制要求下污染土试样目标 pH 分别为 13.0、12.0、10.5、9.0、8.0、7.0、5.5、4.0 及 2.0 时所需酸当量或碱当量，并计算所对应需要添加的酸、碱添加量（即硝酸体积、氢氧化钾体积）及去离子水体积。去离子水体积计算中应计及风干污染土试样中孔隙水体积。

F.0.4 浸出毒性试验应按下列步骤进行：

1 根据污染土试样粒径，按照本附录表 F.0.1 确定浸出毒性试验所需污染土试样的质量及密闭容器体积；

2 根据本附录 F.0.3 所计算确定去离子水体积，制备 9 个相同的污染土试样-去离子水混合物，储存于密闭容器；

3 根据本附录 F.0.3 所确定目标 pH 下所需酸当量或碱当量，向 9 个污染土试样-去离子水混合物中分别滴入硝酸或氢氧化钾溶液，作为浸提样品；

4 向去离子水中滴入硝酸或氢氧化钾溶液，制备无污染土试样条件下目标 pH 为 13.0、7.0、2.0 的浸提液，作为试验质量控制样；

5 对室温（20±2）℃状态下 9 个浸提样、3 个质量控制样进行翻滚振荡，振荡速率应控制为 30r/min，振荡时间应根据表 F.0.1 确定；

6 振荡后浸提样品、质量控制样品静置 20min，采用离心方法进行固液分离，离心转速可取为 4000r/min，离心时间可取为 10min；

7 测定固液分离后浸提液的 pH、电导率（EC）、氧化还原电位（ORP），测定工作宜在固液分离完成后 15min 内完成，应避免浸提液与空气中的 CO₂ 发生中和；

8 对浸提液采用 0.45 μm 孔径滤膜进行过滤处理，测定污染物浓度，测定方法应符合本标准 9.4.2 的相关规定。

附录 G 考虑浸出积累效应的污染土浸出毒性试验方法

G.0.1 对污染土进行风干处理,测定风干污染土的含水率、级配,必要时可对污染土进行粉碎、研磨,并过 8 目筛(2.36mm)。对潜在有机污染土,不应采用烘干法干燥污染土。

G.0.2 试验装置包括土柱试验腔室、浸提液供给装置、浸提液储液罐、浸出液收集罐、气压供给装置等,见图 G.0.2,并应符合下列规定:

1 试验装置所使用材料不应与污染土试样发生化学反应,并应耐酸、碱腐蚀;

2 土柱试验腔室,应为圆柱形、顶底两端可密封腔室,直径应大于 20 倍的污染土试样最大粒径;

3 浸提液供给装置可采用流量可控的蠕动泵或注射泵,溶液泵送管材应采用惰性材料,应耐酸、碱腐蚀;

4 当污染土试样受到浸提液中溶解氧影响时,可向浸提液中通入氮气以置换氧;

5 当需要碱性或其他空气敏感类型的浸提液时,可在浸出液收集前用氮气对其收集罐进行净化。

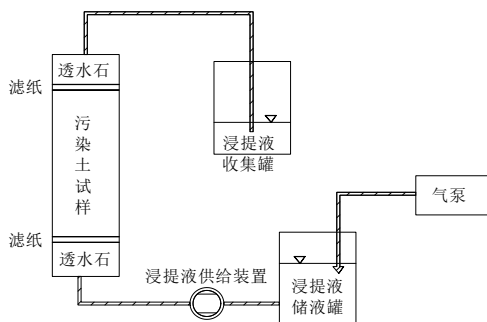


图 G.0.2 考虑浸出积累效应的污染土浸出毒性试验装置示意图

G.0.3 土柱试验腔室装样应符合下列规定：

1 根据场地工程地质条件，应设计污染土试样干密度，将污染土试样分层填筑入，污染土试样的干土质量不宜小于 300g，分层次数宜为 5 次，在土柱试验腔室顶底两端预留长度为 1cm 空间，并测定填入质量；

2 在顶底两端预留空间依次放入滤纸、透水石，透水石可由厚度为 1cm 的清洁石英砂代替；

3 污染土试样、顶底两端透水石应完全填充土柱试验腔室；

4 污染土试样应进行饱和，饱和操作应符合现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 的相关规定；

5 根据污染土试样干密度、土柱试验腔室体积，应计算饱和污染土试样中孔隙水总体积，确定土柱试验腔室中的初始液固比；

6 土柱试验腔室底部浸提液流入端依次与浸提液供给装置、储液罐、气泵连接，顶部浸出液流出端与收集罐连接，并应排除管路中气体。

G.0.4 浸提液可采用浓度为 1mmol/L 的氯化钙溶液、地下水或与地下水化学性质一致的人工合成水溶液。

G.0.5 浸提液供给装置的浸提液流量应根据浸出液流量进行调

节，浸出液的每日流量宜取为 0.75 ± 0.25 倍的液固比；

G.0.6 持续进行浸出毒性试验，每当收集浸出液的体积达到孔隙水总体积时，应进行化学性质测定，测定内容包括潜在污染物浓度、pH、电导率、氧化还原电位等，测定工作宜在收集完成后 15min 内完成，浸出液不应与空气中的 CO_2 发生中和。

G.0.7 当累积的浸出液体积达到 10 倍的孔隙水总体积时，可判定浸出毒性试验达到终止条件。

G.0.8 试验成果整理应包括以下内容：

- 1 浸出液中污染物浸出浓度与累积液固比的关系；
- 2 污染土试样中污染物累积浸出量与累积液固比的关系。

附录 H 污染土浸出毒性的一维半动态水槽试验方法

H.0.1 污染土应进行风干处理,测定风干污染土的含水率、级配、土中污染物含量,必要时可进行粉碎、研磨。对潜在有机污染土,不应采用烘干法干燥污染土试样。

H.0.2 浸出试验的工具包括试样模具和浸出容器,并应符合下列规定:

1 污染土试样模具的材质不得与污染土、浸提液发生化学反应,模具容积应恰好放置土试样,内径和高度应大于 50mm;

2 浸出容器宜采用透明玻璃容器,容积应满足置入模具的要求,侧壁与模具间距宜小于 5mm;

3 模具上部应预留倒入浸提液的空间,浸提液的液面距污染土试样接触面的高度应大于 50mm。

H.0.3 试验装样应符合下列规定:

1 根据场地地质条件,确定试样制备方法,可包括压实土试样、击实土试样、扰动土试样、散粒体土试样;

2 试样直径和高度不应小于 50mm;

3 污染土试样填筑入模具前应在模具与土试样接触面处均匀地涂一层硅脂;

4 根据场地地质条件,设计污染土试样干密度,将污染土试样分层填筑入,分层次数宜取 5 次,并确保填筑入污染土试样与模具内壁紧贴;

5 制样后应记录土试样实际直径、高度、含水率、干密度,并计算干土质量、浸提液体积与污染土试样的固液接触面积。

H.0.4 制备浸提液的化学性质应根据模拟工况条件下的污染场地地下水水质、降雨 pH 等确定。浸提液用于试验前应测定 pH、

电导率、氧化还原电位、化学成分浓度等化学性质。

H.0.5 浸提过程中固液接触面积应控制为 $(9 \pm 1) \text{ mL/cm}^2$ 。

H.0.6 试验周期宜为 63d，浸提过程中需更换 9 次浸提液，宜取 3 个平行样，并应按照下列步骤进行：

1 将浸提液按设计体积分别注入若干个浸出容器，并缓慢将装样后的模具缓慢垂直放入第一个容器，并密封容器；

2 保持静置状态放置 2h；

3 从第一个容器中取出装样后的模具，迅速擦拭模具外侧、底部浸提液，测定质量、质量损失率等土试样物理性质，并将其缓慢垂直放入第二个盛有新鲜浸提液的容器，并密封容器；

4 测定第一个容器中浸提液的污染物浓度、pH、电导率、氧化还原电位等化学性质；

5 依次按 23h、23h、5d、7d、14d、14d、7d、14d 的静置时间，记录静置时间间隔，累积静置时间内浸提液的污染物浓度、pH、电导率、氧化还原电位等化学性质。

H.0.7 试验数据可按下列方法进行计算：

1 第 i 次静置浸提时间间隔内单位面积上污染物的浸出量 M_i ：

$$M_i = \frac{c_i \cdot V_i}{A} \quad (\text{H.0.7-1})$$

式中： M_i ——第 i 次静置浸提时间间隔内单位面积上污染物的浸出量 (mg/m^2) ；

c_i ——第 i 次静置浸提时间间隔内浸提液中污染物浓度 (mg/L) ；

V_i ——浸提液体积 (L) ；

A ——浸提液与污染土试样的固液接触面积 (m^2) 。

2 至第 i 次静置浸提完成后污染土试样单位面积上污染物累

积浸出量 M_{ti} :

$$M_{ti} = \sum_{i=1}^n M_i \quad (\text{H.0.7-2})$$

式中: M_{ti} ——至第 i 次静置浸提完成后污染土试样单位面积上污染物累积浸出量 (mg/m^2);

n ——累积静置浸提次数。

3 第 i 次静置浸提时间间隔内单位面积上污染物的浸出通量 F_i :

$$F_i = \frac{M_i}{\Delta t_i} \quad (\text{H.0.7-3})$$

式中: F_i ——第 i 次静置浸提时间间隔内单位面积上污染物的浸出通量 [$\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$];

Δt_i ——第 i 次静置浸提时间间隔(s)。

4 至第 i 次静置浸提完成后污染土试样单位面积上污染物累积浸出通量 F_{ti} :

$$F_{ti} = \sum_{i=1}^n \frac{M_i}{\Delta t_i} \quad (\text{H.0.7-4})$$

式中: F_{ti} ——至第 i 次静置浸提完成后污染土试样单位面积上污染物累积浸出通量 [$\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]。

5 第 i 次静置浸提时所对应中间时刻 $\bar{t}_i$:

$$\bar{t}_i = \left[\frac{\sqrt{t_{i-1}} + \sqrt{t_{i-1} + \Delta t_i}}{2} \right]^2 \quad (\text{H.0.7-5})$$

式中: $\bar{t}_i$ ——第 i 次静置浸提的中间时刻(s);

t_{i-1} ——第 i 次静置浸提的起始时刻(s);

Δt_i ——第 i 次静置浸提时间间隔(s)。

H.0.8 试验成果整理可包括以下内容:

1 浸提液的污染物浓度、浸出量、累积浸出量、pH 与累积浸提时间关系；

2 浸提液 pH 与污染物浓度关系；

3 浸出通量与中间时刻关系；

4 累积浸出通量与累积浸提时间关系；

5 浸提作用下污染物自污染土试样迁移出的控制机理判别；

6 污染土试样中污染物浸出的表观扩散系数。

H.0.9 应按下列步骤判别试验条件下污染物自污染土试样迁移出的控制机理：

1 绘制横坐标为浸提中间时刻对数 ($\log \bar{t}_i$)、纵坐标为累积浸出量对数 ($\log M_{ti}$) 的关系曲线，通过最小二乘法进行线性拟合，并获取斜率；

2 根据拟合直线斜率判别控制机理：

1) 直线拟合的斜率 < 0.35 时，控制机理为表面侵蚀；

2) 直线拟合的斜率为 $0.35 \sim 0.65$ 时，控制机理为扩散作用；

3) 直线拟合的斜率 > 0.65 时，控制机理为污染物溶解。

H.0.10 当判别控制机理为扩散作用时，污染土试样中污染物的表观扩散系数应按下列公式计算：

$$D^{\text{obs}} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i^{\text{obs}}}{n} \quad (\text{H.0.10-1})$$

$$D_i^{\text{obs}} = \pi \left[\frac{M_i}{2\rho_d C_0 (\sqrt{t_{i-1} + \Delta t_i} - \sqrt{t_{i-1}})} \right]^2 \quad (\text{H.0.10-2})$$

式中： D^{obs} ——污染土试样中污染物的表观扩散系数 (m^2/s)；

D_i^{obs} ——第 i 次浸提时间间隔内污染土试样中污染物的表观扩散系数 (m^2/s)；

ρ_d ——污染土试样的干密度 (kg/m^3) ;

C_0 ——试验前污染土试样中污染物含量 (mg/kg) 。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”或“可”；反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的，写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《岩土工程勘察规范》GB 50021
- 2 《土工试验方法标准》GB/T 50123
- 3 《地表水环境质量标准》GB 3838
- 4 《供水水文地质勘察规范》GB 50027
- 5 《地下水质量标准》GB/T 14848
- 6 《固体废物鉴别标准 通则》GB 34330
- 7 《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》GB 36600
- 8 《建筑地基基础设计规范》GB 50007
- 9 《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》GB 15618
- 10 《建筑工程地质勘探与取样技术规程》JGJ/T 87
- 11 《污染场地岩土工程勘察标准》HG/T 20717
- 12 《建设用地土壤污染状况调查技术导则》HJ 25.1
- 13 《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》HJ 25.2
- 14 《建设用地土壤污染风险评估技术导则》HJ 25.3
- 15 《地下水环境监测技术规范》HJ/T 164
- 16 《地表水和污水监测技术规范》HJ/T 91
- 17 《工业固体废物采样制样技术规范》HJ/T 20
- 18 《固体废物 浸出毒性浸出方法 硫酸硝酸法》HJ/T 299
- 19 《城市工程地球物理探测标准》CJJ/T 7
- 20 《土壤环境监测技术规范》HJ/T 166
- 21 《水利水电工程钻孔抽水试验规程》SL 320
- 22 《污染地块勘探技术指南》T/CAEPI 14

山东省工程建设标准

污染建设场地工程勘察标准

DB37/T xxxx-20xx

条文说明

目 次

1	总则	64
3	基本规定	66
4	调查和测绘	68
4.1	一般规定	68
4.2	资料收集	68
4.3	踏勘及访谈	68
4.4	测绘	69
5	勘察要求	71
5.1	一般规定	71
5.2	初步勘察	73
5.3	详细勘察	75
6	勘探与取样	76
6.1	一般规定	76
6.2	勘探	76
6.3	岩土样采集	78
6.4	水样采集	80
6.5	气样采集	82
7	现场测试	83
7.1	一般规定	83
7.2	现场快速测试	83
7.3	孔压静力触探	86
7.4	工程物探	86
7.5	水文地质参数测试	88
8	监测	92

8.1	一般规定	92
8.2	监测项目	92
8.3	监测点布置	92
8.4	监测井	93
9	室内试验	98
9.1	一般规定	98
9.2	土的物理力学试验	99
9.3	土和水的腐蚀性试验	99
9.4	污染场地环境指标检测	99
10	成果报告	101
10.1	一般规定	101
10.3	岩土工程评价	101

1 总 则

1.0.1 本条明确了制定本标准的目的和指导思想。场地污染已成为重要环境问题之一，明确场地污染的程度和范围、查明场地的地质与水文地质条件，是进行场地环境管理、场地利用规划与开发建设的基础，也是勘察工作要解决的问题。勘察工作贯穿场地环境评价、污染修复、场地再利用规划，以及开发建设的全过程。而现行工程建设领域及环保领域相关勘察或调查标准中，工程勘察规范侧重于土的物理力学性质分析、污染土和水对建筑材料的腐蚀性评价，环境调查评价导则主要从健康风险角度出发，侧重于查明污染的分布特征，没有明确对于查明水文地质条件的要求，缺乏相应的技术和操作要求。需要有综合考虑环境与岩土特点、可操作性强的勘察方法技术标准。

为了进一步规范山东省污染场地勘察工作的流程、方法和技术要求，促进污染场地规划、建设工作的标准化，推进技术进步，该标准能够对污染场地勘察起到具体的规范性指导作用，是对现有场地环境调查、评价标准的有益补充。

本标准章节构成和编写体例按照住房城乡建设部《工程建设标准编写规定》设置，对勘察的工作内容、工作方法、工作量进行了规定。标准按照勘察工作先后程序，对各种勘察技术方法，包括勘探、建井、采样、测试和试验等方法做出专门的规定。勘察工作的程序为：通过收集资料、现场踏勘或测绘，初步了解场地状况；选择有效的勘探、建井、测试手段，布置合理的现场工作量，获取所需的技术参数；进行统计分析和计算，对场地问题进行分析评价。

1.0.2 本条主要阐明本标准的适用范围。随着城市建设的发展以及人们对居住环境要求的提高，许多企业陆续搬迁，但是这些企

业在从事生产活动过程中可能产生污染物排放和泄漏使场地土、地下水受到不同程度的污染，形成疑似污染场地，给此类场地的后续开发和利用带来难题。本标准重点针对工业及矿山造成的疑似污染场地的勘察工作。放射性污染场地和致病性污染场地是污染场地中的特殊情况，其勘察测试方法均不同于普通工业污染场地，故特别强调本标准不适用于该两类特殊污染场地。

1.0.3 污染建设场地的勘察工作是污染场地风险评价、污染治理修复以及规划利用的基础，通过详细掌握场地的工程水文地质特征和土壤、地下水污染特征，为场地的风险评价、制定场地治理修复方案、合理制定土地利用规划、建筑设计提供资料支撑。因此，污染场地勘察报告需要提供完整可靠的钻探、测试以及试验资料，准确反映场地工程水文地质条件和污染状况；采用环境岩土工程分析方法，分析场地环境岩土工程问题；对需要治理修复的场地提供必要的土工和环境安全参数，并提出修复方案建议，供建设部门参考。

1.0.4 本条明确了执行相关标准的要求。由于标准的分工，本标准不可能将场地土壤与地下水污染勘察中所遇到的所有技术问题全部包括进去。勘察人员进行工作时，还需遵守其他有关标准、规范的规定，有关标准、规范见引用标准名录。

3 基本规定

3.0.2 由于有别于常规岩土工程勘察,污染场地勘察是一项具有潜在危险的工作,现场及室内作业人员极有可能接触到有毒有害物质。勘察人员应高度重视环境和职业健康安全,对现场调查与测绘、现场勘探、建井与采样、样品保存与运输、现场检测与试验以及室内试验等全过程的环境因素和危险源进行辨识,进行环境和职业健康安全策划,并采取相应控制措施,如现场工作人员应穿安全鞋、戴安全帽、戴口罩或防毒面具、戴橡胶手套、穿劳保服等,消除安全隐患,确保人身安全。并符合下列规定:

1 进入现场前,应根据收集的环境资料预判污染场地的污染物种类和污染程度,确定需采取的防护措施,并制定紧急路线图;

2 勘探与测试前,应查明各类地下管线、地下构筑物的分布及使用情况,防止地下管道及储罐等破损造成环境污染和人员安全事故;

3 现场勘探时,应设置安全管理员,配备应急反应处置用具;

4 应佩戴专用防护用具方可进入污染场地;

5 严禁饮用场地内地表水与地下水,禁止在污染场地饮食;

6 严禁在有害易燃气体聚集场地动火;

7 同一监测点应有两个以上人员进行采样,相互监护,防止中毒及掉入坑洞等意外事故发生;

8 室内试验与样品检测时,宜使用橡胶手套、护目镜等防护用品。

3.0.3 污染建设场地现场勘探、建井、采样与测试等过程中,会扰动土体和地下水,如果不采取隔离措施,污染物易扩散。因此污染场地勘察的勘探、取样、监测、原位测试,与常规勘察的最大区别就是需要采取严格的隔离措施,避免对环境造成不利影响;

勘察作业所产生的废弃物，如取样剩余污染土、设备清洗废液、地下水监测井疏通和清洗过程中产生的废水、室内分析与测试所产生废物和废水等，也应采取有效隔离和处置措施，防止废弃物的污染扩散。

3.0.4 监测工作是污染场地调查和勘察区别于一般建设场地勘察的主要方面，由于场地污染后在不断运移扩散过程中，通过监测可以了解掌握场地的污染状况、范围和扩散程度等。污染场地监测在环境调查中也是重要手段，在环境调查阶段也布置监测工作，勘察工作是在环境调查第二阶段开始进行，因此，勘察阶段的监测工作应该在环境调查监测的基础上进行，以利于资料的连续性和完整性。由于勘察阶段要求做到更多的定量评价，故需要加大监测力度，并进行适量的水文地质试验，因此在布置监测工作时就要考虑到试验工作的需要，将监测井和试验井结合布置，以节省勘察工作量，提高勘察工作质量。

3.0.6 污染建设场地工程勘察成果评价除了满足场地岩土工程评价外，还需要对其进行环境评价，主要包括污染物类型、分布范围、污染浓度、超标情况、污染对岩土体工程性质影响以及对工程建设的影响等。这些资料也是环境部门进行污染场地风险评估的主要依据，因此，污染场地环境评价内容宜考虑风险评估的需要。

4 调查和测绘

4.1 一般规定

4.1.1 污染建设场地工程勘察前，应收集气象水文、场地及邻近已有的工程地质与水文地质、环境等资料，了解场地使用历史，并开展现场踏勘与访问。

4.2 资料收集

4.2.1 本条对污染建设场地工程勘察应收集资料的范围做了规定。与常规勘察的不同在于：除了收集场地及邻近场地的勘察资料外，还应收集自然信息、环境调查资料、场地利用变迁资料等，这些资料可为初步判断污染源的位置、污染物种类、污染分布范围等提供重要的基础信息，使现场调查工作内容及勘察方案更具针对性。

4.2.2 通过场地利用与变迁的记录信息可以初步识别污染源位置、潜在污染物种类等。污染源及附近区域一般是地基土与地下水污染相对严重的区域。

4.2.3 本条规定了场地自然环境资料包括的内容。

6 建设场地勘察之前，环境领域如已开展场地环境调查工作，基本查明了场地污染源的位置、污染物分布情况，判定污染场地对人体和生态的危害，并做出是否需要修复治理的结论，勘察单位应对相关资料进行收集并加以充分利用，以便勘察方案更具针对性，另外也避免开展重复性的污染土和地下水勘察与测试工作。这些场地环境调查资料包括场地环境评价报告、环境影响评价报告书(表)、场地环境监测报告等。

4.3 现场调研

4.3.2 本条规定了现场踏勘的范围。以地块内为主，遇下列情况时应适当扩大调查范围：

- 1 场地内污染物质迁移扩散可能影响到的周边区域；
- 2 场地周边存在可能导致本场地受污染的污染源；
- 3 后续场地内污染修复治理或开发建设等施工或开发建设等活动可能影响到的周边区域。

4.3.3、4.3.4 依据现行行业标准《建设用地土壤污染状况调查技术导则》HJ 25.1 的要求对现场踏勘的主要内容和调查方法做出了规定。

4.3.5 人员访谈是污染场地勘察前期不可或缺的环节，通过访谈可为资料收集和现场踏勘提供必要的信息补充，同时可对收集资料的有效性进行核对。

4.3.8 鉴于污染场地历史变迁可能较为复杂，访谈对象不一定完全了解，反映的内容不一定准确，访谈后应对访谈收集的资料进行整理，与已有的资料进行比对，及时发现可疑和短缺之处，并开展进一步的核实和补充。

4.4 测 绘

4.4.1 本条规定了污染建设场地测绘比例尺和精度要求，应与场地风险管控、修复处治及工程设计的要求及地质条件的复杂程度相对应。

4.4.2 本条明确了建设污染场测绘内容。污染场地测绘在常规岩土工程勘察测绘内容基础上，可根据污染场地风险、修复设计需求，增加反映潜在污染物迁移、转化、浸出毒性行为等相关内容的工程地质及水文地质专门测绘。

4.4.3 测绘观测点的布置是否合理、是否具有代表性，对于成图的质量至关重要。观测点宜布置在地质构造线，地层接触线，岩

性分界线，不整合面和不同地貌单元、微地貌单元的分界线，不良地质作用和污染源分布的地段。同时，地质观测点应充分利用天然和已有的人工露头。当天然露头不足时，应根据场地的具体情况布置一定数量的探坑或探槽，以探测地层、岩性、构造、不良地质作用和污染源分布等问题。

观测点的定位标测对成图的质量影响很大，常采用以下方法：

1 目测法：适用于小比例尺的工程地质测绘，该法系根据地形、地物以目估或步测距离标测；

2 半仪器法：适用于中等比例尺的工程地质测绘，它是借助于罗盘仪、气压计等简单的仪器测定方位和高度，使用步测或测绳量测距离；

3 仪器法：适用于大比例尺的工程地质测绘，即借助于经纬仪、水准仪等较精密的仪器测定地质观测点的位置和高程；对于有特殊意义的地质观测点，如地质构造线、不同时代地层接触线、不同岩性分界线、软弱夹层、地下水露头以及有不良地质作用等，均宜采用仪器法；

4 卫星定位系统：满足精度条件下均可应用。

4.4.4 测绘用的遥感影像资料一般分三个阶段进行解译。在初步解译阶段，对航空相片或卫星相片进行系统的立体观测，对地貌和第四纪地质进行解译，划分松散沉积物与基岩的界线，进行初步构造解译等。第二阶段是野外踏勘和验证。核实各典型地质体在照片上的位置，并选择一些地段进行重点研究，做实测地质剖面 and 采集必要的标本。最后阶段是成图，将解译资料、野外验证资料和其他方法取得的资料集中转绘到地形底图上，然后进行图面结构的分析。如有不合理现象，要进行修正，重新解译或到野外复验。

5 勘察要求

5.1 一般规定

5.1.1 由于污染土空间分布一般具有不均匀、污染程度变化大的特点，勘察过程是一个从表面认知到逐步查明的过程，且勘察工作量与处理方法密切相关，因此污染土地勘察宜分阶段进行。本条规定污染场地勘察工作宜分初步勘察和详细勘察进行，不同的勘察阶段，对场地特征了解的深度是不同的。初步勘察在场地污染识别之后，初步勘察明确场地存在污染或风险后方开展详细勘察工作。鉴于在城区、开发区及工业区等区域已经积累了大量的工程勘察资料，以及环境调查、影响分析资料，当条件较为清晰时，可以直接进行详细勘察工作。

5.1.2 勘察大纲是污染建设场地工程勘察的指导性文件，应在勘察实质工作开始前完成，并进行必要的审批，在实施的过程中，必要时进行变更。勘察大纲应包括以下内容：

- 1 工程概况；
- 2 编制依据；
- 3 前期调查和测绘资料；
- 4 勘察目的、任务要求及需解决的主要技术问题；
- 5 选用的勘探手段、方法；
- 6 勘察工作布置，包括勘探点及监测井布置原则、间距和深度及数量，样品取样间距及数量，现场测试及室内试验的种类及数量等；
- 7 技术要求，明确勘探和取样、监测、现场测试及室内试验的技术要求；
- 8 拟采取的质量控制、安全保证和环境保护措施；
- 9 拟投入的仪器设备、人员安排和进度计划等；

10 拟提交的勘察成果。

5.1.3 本条原则上规定了污染场地勘察应进行的工作和应有的深度。污染场地勘察工作，在场地污染识别之后进行，应充分收集、利用场地污染识别的相关资料，对于一个具体的场地而言，勘察工作需要全面完整地获取地质、水文地质数据，掌握水文地质条件，确定污染物的来源、性质，污染源的分布、物质组成和含有物等，确定土壤和地下水中污染物的类型、浓度和分布，并提供相关参数。场地的治理及开发必然涉及环境岩土问题，勘察单位应对场地开发过程中可能出现的与污染防控以及岩土设计、施工相关的各种问题，如工程开挖、边坡支护等问题进行分析，并初步提出防治对策，进而为场地的安全利用、科学管理提供依据。

5.1.4 本条规定了污染场地勘察工作量确定的原则。强调污染场地勘察工作量布置应在分析利用已有勘察与环境调查资料的基础上进行。针对已有工程地质与水文地质资料较为丰富的场地，可根据已有资料大致判断场地的地层与地下水分布特征，符合要求的勘探点资料应予以利用。如果勘察之前场地曾开展过环境调查或环境监测，则应收集相关资料，以了解污染源、污染物种类、污染土与地下水的分布范围。

不同污染场地和建设项目的工程性质、修复治理目标对勘察重点和技术要求有一定差异，故需在布置勘察工作量前，了解建设项目的性质、修复治理目标。

5.1.5 污染建设场地勘探点深度需要同时满足地质条件勘察和污染状况调查。地质条件勘察的孔深应满足现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的相关规定，污染状况调查勘探孔应穿透潜在污染的土层，同时考虑到地表水下渗和地下水流动在污染物扩散中所起的作用，故要求勘探孔至少进入不透水层或弱透水

层 1m。

5.1.7 为了查明地层结构，同样需要采取土试样进行物理性质检测，物理性质检测应按照现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 执行。在场地内连续分布且有一定厚度（不小于 0.5m）的土层为主要土层，每个主要土层采取土试样数量不少于 6 个。

5.2 初步勘察

5.2.1 初步勘察的主要目标之一是确定场地是否存在污染或环境风险，如果有污染还应确定污染物的种类。场地是否存在污染或风险可通过与国家和地方相关标准以及环境背景对比判定。

如果场地经过初步勘察后不存在环境风险，不需要进行场地污染状况的详细勘察工作，但还应使污染场地的勘察工作能够服务于后期的开发建设，对工程建设可能涉及的环境岩土问题进行初步分析。

5.2.2 本条规定了初步勘察勘探点位平面布置要求。

1 污染场地初步勘察应依据场地及其附近的地质资料，并结合对场地污染状况的初步判断，布置勘探点，勘探点的布设要符合初步查明场地污染特征和工程地质特征的要求。现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 对场地工程地质条件初勘的勘探点布设提出了合理要求，本标准执行该要求。

2 污染状况初步勘察取样、勘探点布设根据场地污染源分布特点进行，通常采用专业判断布点法或网格布点法。

1) 潜在污染明确的场地采用专业判断布点法。专业判断布点法主要根据已经掌握的场地污染源分布信息、区域水文地质资料及专家经验来判断和选择采样点位。采样点数目应足以判别可疑点是否被污染，在每个疑似污染地块内或设施下部布置不宜少

于 3 个采样点。

2) 当污染状况不明或污染分布范围比较大、污染基本均匀分布时,采用网格布点法,可在场地内设定一定边长的正方形网格,在每个网格中心或交界点处布设勘探点。网格间距的划分依照现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 在初步勘察阶段针对中等复杂地基的勘探点间距为 40m~100m 的要求。具体的网格间距主要根据场地面积大小以及场地环境水文地质条件的复杂程度确定,场地面积越小、环境水文地质条件越复杂,勘探点间距越小。对于污染分区特征明显的场地,可先将场地划分为相对均匀的区块,在各个区块内根据区域功能差异可能引起的污染程度差异,以及区块面积大小,分别设置不同间距的网格。勘探点的布设需满足明确场地是否存在污染,初步判定场地主要污染物种类的空间分布特征的要求。

3) 当污染源不明确时,为了满足统计分析并初步确定污染范围需要,对最少采样勘探点数量做出规定是必要的。对于污染场地范围小的情况,要求布置不少于 3 个勘探点;一般场地不少于 5 个勘探点。

5.2.3 场地污染物通常会通过地下水垂直下渗和地下径流向周围土体扩散,有必要查明影响地下水下渗和径流的地下水分布特征、土层的渗透性。

5.2.4 初步勘察主要为满足确认污染的目的,勘探孔在勘探过程中均应采样进行化学性质检测,而化学性质检测的样品采样间距主要根据现行行业标准《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》HJ 25.2 的要求执行。在勘探过程中,宜采用便携式有机物快速测定仪、重金属快速测定仪、生物毒性测试仪等现场快速筛选技术手段进行定性或定量分析,快速检测和记录污染物浓度及有关物理化学参数随深度的变化情况,及时确定采样位置。

当岩性、气味突变时，以及在地下水波动带附近可以加密取样。地表非土壤化土层包括路面或其他混凝土面或防楼层等，化学性质检测样品可自杂填土、素填土开始。对于非水溶性有机物样品，可采用可调节采样深度的采样器采集。

为了初步查明场地地质条件，同样需要采取土试样进行物理力学性质试验，物理力学性质试验应按照现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021的规定执行。依据GB 50021的规定，每个主要土层采取土试样数量不少于6个。

场地样品采集过程中，样品的典型性和代表性对于污染状况的分析至关重要。对于地下水和渗滤液样品来说，应以采集代表性水样为原则，并在采样过程中尽量避免被污染和污染物损失。不同深度的地下水污染程度和污染物成分可能存在较大差异，为了防止不同深度地下水相互混合，在同一钻孔中采取不同深度地下水时，应采取严格隔离措施，以满足采样质量控制的要求。

5.2.5 部分污染场地有挥发性气体溢出，可利用已有的监测井或导气井采集气样，也可新设置钻孔采集气样。

5.3 详细勘察

5.3.2 详细勘察是基于初勘已初步查明地质条件和初步判定污染源位置、污染物种类、污染物迁移情况的前提下进行，在该基础上，结合工程特点和预估的治理修复措施，布置详勘工作量更有针对性。

5.3.4 根据初步勘察结果，进行化学性质检测的土壤样品采样间隔在详细勘察阶段可适当调整。在污染较均匀的土层采样间距可适当拉大，而在污染差异大的土层宜适当缩小间距，尤其是在污染深度边界附近，应能够控制污染深度。

6 勘探与取样

6.1 一般规定

6.1.1 污染场地勘探方法取决于污染物特征、性质、土层条件和勘探目的，不同的场地可选择不同的勘探方法，也可以几种勘探方法结合使用。

6.1.2 场地地层污染程度因地层的性质和埋深不同而不同，通常表部或浅部土层污染物分布较多，污染场地勘探与取样过程中，如果不采取隔离措施，污染物易随着钻孔迁移至下部土层，造成污染扩散，交叉污染影响勘探质量，对环境造成二次污染。污染场地的勘探与常规勘察的最大区别就是需要采取严格的隔离措施。

6.1.3 勘察过程中，样品自采集完成至进行化验往往会间隔一定时间，为了减少污染物在运输存储过程中的挥发损耗，通常将样品置于密封、遮光的低温保温箱内并置于阴凉处。

6.1.5 本条规定了钻探作业后的止水与封闭要求，以保持原地层的隔水性，防止不同深度污染物的竖向扩散造成二次污染或交叉污染。低渗透材料包括黏土球、膨润土球、强度等级 42.5 及以上普通硅酸盐水泥或硫铝酸盐水泥砂浆。由于探坑深度较浅，对污染物扩散影响有限，允许将探坑出土按原层回填。受污染的废弃物若随意丢弃会造成新的污染，需专门收集，带出场外妥善处理。

6.2 勘 探

6.2.1 建设场地污染土勘探是在工程地质勘探、水文地质勘探基础之上，增加场地污染物特征（种类、空间分布、浓度、污染趋势等）勘探的内容。因此，勘探工作的开展必须符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 和行业标准《建筑工程地质勘

探与取样技术规程》JGJ/T 87 的要求，并充分考虑：

(1) 污染土与污染地下水对钻探工作的影响，包括钻进方法、冲洗液和护壁堵漏等；

(2) 钻探取样要求，即是否需要兼顾物理性质及环境质量分析的土试样要求。钻探方法的选取可在综合考虑污染场地中目标污染物的特点、岩土特性、环境敏感性等因素基础上，从常用钻探方法中选择最优方法，不排除引入新型钻探技术。

1 依据现行行业标准《建筑工程地质勘探与取样技术规程》JGJ/T 87 的有关规定，常规钻探有回转法、振动法、冲击法、冲洗法等方法，适用范围见表 1。

表 1 钻探方法及适用范围

钻进方法		钻进地层					勘察要求	
		黏性土	粉土	砂土	碎石土	岩石	直观鉴别，采取不扰动试样	直观鉴别，采取扰动试样
回 转	螺纹钻探	++	+	+	—	—	++	++
	无岩芯钻探	++	++	++	+	++	—	—
	岩芯钻探	++	++	++	+	++	++	++
冲 击	冲击钻探	—	+	++	++	—	—	—
	锤击钻探	++	++	++	+	—	+	++
振动钻探		++	++	+	+	—	+	++
冲洗钻探		+	++	++	—	—	—	—

注：++代表适用；+代表部分适用；—代表不适用。

3 污染场地钻探过程中，如措施不当，钻孔将成为不同深度水土交叉污染的通道，因此，需采取跟管钻进或其他有效隔离措施。穿透隔水层的钻孔可采用多级套管、分层灌浆回填的方式，防止上、下含水层之间的交叉污染。当需要钻穿隔水层建立监测

井时，应使用双重套管；钻孔钻至隔水层上部一定深度时中止钻孔，并下大套管，对其周围灌浆回填，以保持原地层的隔水性；在大套管内继续钻进，到目标深度后下小套管，建设监测井。

4 本条对钻探冲洗液提出要求。钻进冲洗液用于钻进过程中排渣和冷却钻头，但对于污染场地钻探取样，冲洗液可能会改变土的化学性质，现行行业标准《建筑工程地质勘探与取样技术规程》JGJ/T 87 规定：钻进时要求尽可能不采用洗孔液，在必要的情况下采用清水或不产生附加污染的可生物降解的醛基洗孔液。因此，为确保污染土试样取样的化学原状性，取样钻进应尽可能不使用或较少用冲洗液。地下水位以下钻进过程中使用冲洗液时，通过套管防止污染物的交叉污染。

6.2.2 井探、槽探可用于现场管线探查、包气带污染土壤采样等，对污染痕迹明显的场地尤其适用。勘探深度的深、浅划分界限一般指 3m，可综合考虑场地及器械条件确定。

6.2.3 污染场地物探方法的选择可参考在无污染场地勘察的方法，主要有电（磁）勘探法、地震勘探法、重磁勘探法等，根据应用目的的不同，其选择的常用方法也不同。

6.2.4 场地污染痕迹信息包括土壤与地下水异常颜色、气味等。污染土的颜色多呈黑、黑褐、棕等色，与正常土不同；一般具有刺激性等气味。这些特征是判断污染土的重要依据，因此应详细记录。

6.3 岩土样采集

6.3.1 土样采样点应能反映场地的污染状况，若不具代表性，则可能导致有误判定。污染物性质、污染物可能迁移的深度、土层特征、地下水位等因素决定污染物分布特征，土样采集时应着重考虑。目前现场便携式设备能够定性或半定性检测土样中部分污

染物浓度，在取样时宜加以利用。

6.3.2 本条对土样的取样方法进行了规定：

2 地下水位以上表层土取样可以在探槽内，由人工用取样铲或取样刀进行取样。槽探的断面呈长条形，根据场地类型和取样数量设置一定的断面宽度。槽探取样可通过锤击敞口取土器取样和人工刻切块状土取样。

3 污染场地深层土样采取方法，根据现行国家标准《土壤质量 土壤采样技术指南》GB/T 36197、行业标准《建筑工程地质勘探与取样技术规程》JGJ/T 87、环境保护标准《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》HJ 1019 的相关规定，在钻孔内采用压入式、贯入式、旋转式取土器进行取样。

4 污染场地土样的采集方法应根据地质条件、污染特征和采样目的，充分考虑土样的化学原状性。土样的化学原状性指在钻进、取样过程中土体的化学性质（污染物成分及含量）保持不变。

5 挥发性、半挥发性有机物经扰动易导致迁移转化，直接影响污染状况分析和物理力学性质测试结果，故在该类污染地层中采集土试样时，应尽可能地避免对地层扰动。现行环境保护标准《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》HJ 1019 规定：含挥发性有机物的土样采集应使用薄壁取土器、对开式取土器或宜压式取土器等原状取土器。

6 使用专用的薄壁取土器，静压、低速、连续、宜推均为压入法取样质量保证措施。

7 环保领域标准一般要求土样质量不少于 1kg，主要考虑样品处理后的代表性，并保证分析用量；现场质量控制对于样品检测结果的准确性至关重要，应制订详细的质量控制计划及措施，包括设置一定比例的平行样（一般为 10%）、现场空白样和旅行空白样（每一批次至少分别设置 1 个）。现场空白样用于测试分

析现场取样过程中样品是否受到污染。旅行空白样，又称运输空白样，用于测试分析样品运输过程中样品是否受到污染。通常可采用现场未受污染的土试样作为现场空白样及旅行空白样，采用相同的保存、运输、检测方法，测定与土试样相同的检测项目。

6.3.3 依据《土壤环境监测技术规范》HJ/T 166 的相关规定，提出了土试样的保存及运输要求。

6.4 水样采集

6.4.1 本条规定了浅层地下水样可采取的取样方法。为了保证采集地下水样的代表性，可能影响采样深度处地下水水质的行为均须避免。渗（试）坑作为临时性采水方式，一般暴露面积较大且深度较浅，坑中地下水更易受地表水、降水、施工用水及浅部地层杂质的干扰，因此需妥善保护。该类方法采集的样品可用于常规水质简分析及现场表观判别，用于环境指标检测的地下水样仍需通过建设监测井采样方式获得，含有挥发性、易分解和明显异味的污染物禁止用该方法采集地下水样。

6.4.2 本条根据《地下水环境监测技术规范》HJ/T 164 的规定，明确了监测井水样采取要求。

2 监测井经过静置稳定，井管内的地下水与空气已接触一定时间，挥发性有机物可能已经挥发逃逸，地下水中污染成分已发生改变，因此，在正式采地下水样前，应将井内存水进行置换，即应开展洗井。考虑到挥发性有机物的易挥发逃逸特性，为避免洗井过程中对地下水产生较大扰动从而加速其挥发逃逸，根据相关项目经验及现场比较研究，应采用低流速洗井技术，泵的进水口应放置于地下水水位 0.5m 以下，出水口应配置相应的止回阀，洗井流速不宜高于 200mL/min，对于高渗透性的含水层，可提高至 500mL/min~1000mL/min；对于低渗透性含水层，宜将洗井流

速降低至 100mL/min。监测井不应干涸，当无法连续洗井时，应及时停泵待水位恢复后继续洗井。同时，低流速洗井也能避免洗井过程中产生的扰动导致土壤胶体及细颗粒再悬浮进入水样，进而影响水样检测结果。对于存在 NAP 等重度污染的监测井，如采用低流速泵进行洗井，可能洗完一口井后，再也难以将泵清洗干净，很有可能不能再用于其他监测井的洗井采样，出于成本考虑，该情况可采用一次性的贝勒管进行洗井，但要求洗井过程应尽量降低对水体的扰动。低流量采样泵可选用潜水泵、气囊泵、自吸泵和蜗轮泵等。搅井过程中具体控制的流速主要依据国外相关技术导则及国内实际工程经验确定。

洗井过程中地下水水位下降控制要求主要依据国外相关技术导则确定，所测试的指标主要是国内已有的工程经验，洗井结束的判断标准主要是依据国外相关技术导则及国内实际工程经验确定。

3 便携式设备使用前应进行检查，确保性能正常。对于洗井的要求和水质稳定的标准，不同规范的要求具有差异，综合比较不同技术规范的规定，本标准规定了洗出的每个井容积水的 pH 值、温度或溶解氧、电导率连续二次的测量值误差小于 10%后，方可采取样品。

4 为避免水样与空气长时间接触导致缺乏代表性，国外的相关技术导则均要求洗井结束后应立即开展地下水采样，而且，应优先采用低流盘泵进行采样，以降低对水体的扰动。

5 采取样品时依据不同的目标物选取不同的采取位置，目的是保证水样能代表地下水水质。对于存在 NAPL 污染的监测井，应根据其密度特性确定采取深度。如污染物中存在轻质非水溶性有机物（LNAPLs），应在地下水位下采取地下水样；如污染物中存在重质非水溶性有机物（DNAPLs），应在井底部位置采取

样品。

依据不同的需要和目标物选取合适的取样器具，取样器具包括气囊泵、小流量离心式潜水泵、惯性泵及贝勒管。采取常规无机物样品时，常规器具均可使用；采取挥发性、半挥发性有机物样品时，宜使用气囊泵或半挥发性有机物（VOCs）专用贝勒管。

6.4.3 样品采集顺序按照检测物质的状态稳定性安排，先采取易挥发、易分解、易变质的样品，一般采取顺序为挥发性有机物、半挥发性有机物、稳定有机物及微生物样品、重金属和普通无机物。为避免空气接触对容器内样品组分和待测项目的干扰，以及运输途中的震荡，应使水样充满容器并密封保存（冷冻样除外），必要时可事先在样品瓶中投加一些化学试剂（固定剂或保存剂）固定水样中某些待测组分。

6.4.4 水试样采集量应保证分析用量；现场质量控制对于样品检测结果的准确性至关重要，应制订详细的质量控制计划及措施，包括设置一定比例的平行样（一般为 10%）、现场空白样。通常可采用蒸馏水作为现场空白样，采用相同的保存、运输、检测方法，测定与水试样相同的检测项目。

6.4.5 现行行业标准《地下水环境监测技术规范》HJ/T 164—2020 对水样的标志、保存与运输、交接与贮存有详细要求，污染场地勘察水样采集过程中应执行相关规定。

6.5 气样采集

6.5.3 收集气体前充洗三次气袋是为了保证气体的纯度，避光运回避免了气体在光作用下发生化学反应。

7 现场测试

7.1 一般规定

7.1.1 在岩土的物理力学性质现场测试方法上,污染场地与普通场地是一致的,在现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021中有详细规定,在污染场地勘察时参照执行。

7.1.2 水文地质参数主要包括地下水水位、地下水流向、渗透系数、给水度、贮水系数、弥散系数等。地下水水位、地下水流向、渗透系数一般每个项目均需测试,给水度、贮水系数、弥散系数可根据工程需要开展。如果场地内没有符合要求的浅层地下水监测井,则可根据调查结论在地下水径流的下游布设监测井,利用监测井进行抽水试验、注水试验等确定水文地质参数。

电阻率孔压静力触探(RCPTU)是在常规孔压静力触探(CPTU)基础上增加土体电阻率测量单元的一种现场测试土电阻率的原位测试技术。RCPTU电阻率测试装置通过其内部的电路系统连续地测量周围土体的电阻率大小,通过分析电阻率的变化可确定土体的孔隙率、饱和度、含盐量、压实度、液化势、固结度、渗透特性以及污染物的分布。

7.1.4 污染场地现场测试孔洞可能成为污染物迁移的通道,尤其是导致污染物在不同含水层之间迁移,造成污染扩散。静力触探测试拔杆后可通过静力触探杆注入清洁且低渗材料进行封堵,其他需成孔的工程物探均需在完成测试后进行严格封孔。

7.2 现场快速测试

7.2.1 可采用便携式有机物快速测定仪、重金属快速测定仪、生物毒性测试仪等现场快速筛选技术手段进行定性或定量分析,可采用直接贯入设备现场连续测试地层和污染物垂向分布情况,也

可采用土壤气体现场检测手段和地球物理手段初步判断地块污染物及其分布，指导样品采集及监测点位布设。采用便携式设备现场测定地下水水温、pH 值、电导率、浊度和氧化还原电位等。

7.2.2 本条规定现场测定应遵守的规定。

1 便携式 pH/电导率测试仪可用于土的 pH、电导率测试。现行国家标准《水质 pH 值的测定 玻璃电极法》GB 6920-86 要求最好现场测定；现行行业标准《土壤 氧化还原电位的测定 电位法》HJ 746—2015 规定了土的氧化还原电位的现场测试方法。

2 手持式 X 射线荧光光谱仪可快速定位和识别污染元素，并找出“重点区域”的边界，针对土壤中有害重金属污染元素进行高精度、高可靠性的定性半定量检测，保证用户能够对所感兴趣的重金属元素均可进行快速分析，并且提供更低的元素检测下限，简单快捷的传输数据使决策者快速做决断。分析元素范围包括 Mg、Al、Si、P、S、Sc、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Ge、As、Se、Sr、Y、Zr、Nb、Mo、Ru、Pd、Ag、Cd、In、Sn、Sb、Te、La、Ce、Pr、Ir、Pt、Au、Nd、Hf、Ta、W、Re、Pb、Bi、Th 等 47 个元素。

7.2.3 本条规定了污染场地地表水、地下水的现场快速测定方法。

1 便携式多参数水质测定仪是一种可以同时、快速检测水质的新型仪器，操作简便、结果准确，可与配套试剂同时使用，不需配制标准溶液、绘制标准曲线即可快速得到结果，便于野外采样，现采现测。便携式水质检测箱可测量酸度、碱度、硬度、氨、溴、pH、电导率、溶解氧、氧化还原电位、溶解性总固体及温度等参数。

2 现行行业标准《水质氟化物等的测定真空检测管-电子比色法》HJ 659—2013，适用于地下水、地表水、生活污水和工业

废水中氰化物、氟化物、硫化物、二价锰、六价铬、镍、氨氮、苯胺、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、磷酸盐以及化学需氧量等污染物的快速分析。按照现行行业标准《地表水和污水监测技术规范》HJ/T 91—2002、《地下水环境监测技术规范》HJ/T 164—2020《突发环境事件应急监测技术规范》HJ 589—2010 的相关规定采集样品。样品应尽快现场测定，不需要添加固定剂。

3 现行行业标准《水质 游离氯和总氯的测定 N,N-二乙基-1,4-苯二胺滴定法》HJ 585—2010、《水质 游离氯和总氯的测定 N,N-二乙基-1,4-苯二胺分光光度法》HJ 586—2010，规定了水中游离氯和总氯的测定方法，均要求样品应尽量现场测定。

4 现行行业标准《便携式溶解氧测定仪技术要求及检测方法》HJ 925—2017 规定了便携式溶解氧测定仪的技术要求、性能指标及检测方法。

7.2.4 本条规定了污染场地气体的现场快速测定方法。

1 现行行业标准《环境空气 挥发性有机物的测定 便携式傅里叶红外仪法》HJ 919—2017 适用于场地气体中丙烷、乙烯、丙烯、乙炔、苯、甲苯、乙苯、苯乙烯等 8 种挥发性有机物在互不干扰情况下的突发环境事件应急监测，为定性半定量方法。其他挥发性有机物若通过验证也可用本方法测定。现行行业标准《环境空气 无机有害气体的应急监测 便携式傅里叶红外仪法》HJ 920—2017 适用于场地气体中一氧化碳、二氧化氮、一氧化氮、二氧化硫、二氧化碳、氯化氢、氰化氢、氟化氢、一氧化二氮、氨等无机有害气体的现场应急监测，以及筛选、普查等先期调查工作，也为定性半定量方法。其他无机气体若通过验证也可用本方法测定。

2 现行行业标准《环境空气 氯气等有毒有害气体的应急监测 比长式检测管法》HJ 871—2017 适用于氯气、一氧化碳、硫

化氢、氯化氢、氰化氢、光气、氟化氢、氨气、甲醛、苯乙烯、砷化氢、臭氧、二氧化硫、氮氧化物、苯和甲苯等 16 种有害气体的现场应急监测，以及筛查、普查等先期调查工作，为定性半定量方法。现行行业标准《环境空气 氯气等有毒有害气体的应急监测 电化学传感器法》HJ 872—2017 适用于场地气体中氯气、硫化氢、氯化氢、一氧化碳、氰化氢、光气、氟化氢、氨气和二氧化硫等 9 种有害气体的现场应急监测，以及筛查、普查等先期调查工作，也为定性半定量方法。

7.3 孔压静力触探

7.3.1 孔压静力触探可通过连续贯入静力触探探头，比较污染介质与未污染介质之间的土体电阻率或电导率、介电常数等物性差异，或定量测量污染地块挥发性有机物浓度、土体释放特征 X 射线的强度等，对污染地块进行快速筛查，初步确定污染区域的范围、深度及污染程度等。

7.3.2 土的电阻率或介电常数与土的孔隙率、饱和度、温度和离子浓度等多种因素有关。特定类型的土有相对固定的电阻率或介电常数，其电阻率或介电常数的改变意味着受到污染。

7.3.4 采用测试电阻率或介电常数的探头获取土层电阻率或介电常数，并与区域背景值比较，可快速判断场地土是否受到污染。

7.4 工程物探

7.4.1 行业标准《城市工程地球物理探测规范》CJJ/T 7 是我国地球物理勘探行业的通用性技术规范，对各类物探方法适宜采用的仪器、不同场地适宜采用的方法有具体规定。当采用工程物探进行污染物特征探测时，应根据地块特征污染物类型选择地球物理勘探方法，可按照表 2 进行选择。

表 2 地球物理勘探技术适用的污染物类型

地球物理勘探方法	适用的特征污染物类型
电阻率法	重金属污染物、有机污染物
探地雷达法	有机污染物
激发极化法	重金属污染物、有机污染物
高精度磁法	重金属污染物
电磁感应法	重金属污染物、有机污染物

7.4.2 本条明确了高密度电阻率法和电阻率层析成像法的适用范围、工作方法和工作参数的选择要求。由于重金属、石油烃类及有机污染会导致土壤电阻率发生变化，而电阻率法对电阻率变化特征较为敏感，因此可以适用于该类污染场地的测试。当污染场地较为开阔，且需要查明较大范围的污染土和地下水分布时，可选用高密度电阻率法；当污染场地较为狭小，地表电磁干扰很大时，可选用电阻率层析成像法。

7.4.3 本条明确了探地雷达法的适用范围、装置参数选择及测线布设的要求。由于石油烃类污染场地、垃圾填埋场等场地的介电常数或电磁波衰减特征会产生变化，而探地雷达法对介电常数变化及土中的电磁波衰减特征较为敏感，因此可以适用于该类污染场地的调查。

1 在物探工作开始之前，一般可结合工作条件和探测深度要求，根据类似工程经验选择合适的天线频率。当地质条件或环境条件复杂、常规经验无法满足要求时，应通过现场试验确定合适的天线频率。因为雷达天线频率越高，则探测精度越高，但探测深度越浅。为获得高精度的测试结果，当多个频率的天线均能满足探测深度要求时，优先选用高频天线。

2 因为屏蔽天线对场地地表以上的各类电磁干扰具有更好

的屏蔽作用，因此在地条件、探测深度要求等条件相同的情况下，为降低各类外在电磁干扰对探测结果的影响，需要优先选用屏蔽天线。

需要说明的是，探地雷达法受地表环境干扰影响大，实际工作中应注意环境干扰对其判断与解释结论的不利影响。

7.4.4 本条明确了激发极化法的适用范围、装置选择及数据采集的技术要求。由于重金属污染物、有机污染物污染场地的极化效应产生变化，而激发极化法对极化效应敏感，因此可以用于该类污染场地的调查。

7.4.5 本条明确了高精度磁法的适用范围及现场测试的技术要求。

7.4.6 本条明确了电磁感应法的适用范围及现场测试的技术要求。

7.4.7 本条规定了物探成果的判释原则。由于物探方法为间接探测方法，易受环境干扰，探测结果存在多解性，条件允许时，应尽可能采用多种方法进行综合探测，对不同物探方法的探测结果进行综合解释，保证探测成果的可靠。必要时，采用取样检测、分析等直接方法对探测成果进行验证，并对物探方法测试的物性数值进行标定。

7.5 水文地质参数测试

7.5.1 水文地质参数主要包括地下水水位、地下水流向、渗透系数、给水度、贮水系数、弥散系数等。地下水水位、地下水流向、渗透系数一般每个项目均需测试，给水度、贮水系数、弥散系数可根据工程需要开展。

测定水文地质参数的方法有多种，应根据地层透水性能的大小和场地环境评价或修复设计对参数的要求，可按表 3 提供的测

定方法选取。

表 3 水文地质参数测定方法

测定方法		测定参数	应用范围
抽水试验	不带观测孔抽水	渗透系数	初步测定含水层的渗透性参数
	带观测孔抽水	渗透系数、影响半径、给水度、释水系数	准确测定含水层的各种参数
压水试验	钻孔压水试验	透水率、渗透系数	探查岩层的渗透性
渗水试验	试坑法	渗透系数	表层砂土的渗透系数
	单环法		地下水位以上的砂土、卵砾石等土层
	双环法		地下水位以上的粉土层和黏性土层
注水试验	钻孔常水头法	渗透系数	渗透性比较大的粉土、砂土和砂卵砾石层，或不能进行压水试验的风化、破碎岩体、断层破碎带等透水性较强的岩体
	钻孔变水头法	渗透系数	地下水位以下粉土、黏性土层或渗透系数较小的岩层
室内渗透试验	常水头试验	渗透系数	粗粒土
	变水头试验	渗透系数	细粒土
孔压静力触探测试		渗透系数、孔隙水压力	黏性土
示踪法弥散系数试验		水动力弥散系数	示踪剂类型包括放射性同位素示踪剂、氯离子及染色剂等
充电法		地下水流速	适用于地下水位埋深不大于 5m 的潜水

7.5.2 本条规定了地下水位的测量要求。

1 稳定水位是指钻探时的水位经过一定时间恢复到天然状态后的水位。地下水位恢复到天然状态的时间长短受含水层渗透

性影响较大，当需要编制地下水等水位线图或工期较长时，在现场工作结束时宜统一测量一次稳定水位。

2 地下水位测量精度规定为厘米，是指测量工具、观测等造成的总误差的限值，因此测量工具应定期校正。

7.5.3 测定地下水流向可用几何法，量测点不应少于 3 个，且同时量测水位，测点（孔）呈三角形分布，测点间距按岩土渗透性、水力梯度和地形坡度确定，宜为 50m~100m。用指示剂法测定地下水流速，试验孔与观测孔的距离由含水层条件确定，一般细砂层为 2m~5m，含砾粗砂层为 5m~15m，裂隙岩层为 10m~15m，对岩溶水可大于 50m；指示剂可采用各种盐类、着色颜料等，其用量决定于地层的透水性和渗透距离。

7.5.5 注水试验、抽水试验是确定场地水文地质条件重要的原位测试手段。对地层和地下水扰动小的注水试验包括钻孔注水试验、渗水试验。注水试验可在试坑或钻孔中进行，试验深度较大时可采用钻孔注水试验，并应符合现行行业标准《水利水电工程注水试验规程》SL 345 的相关规定。通过抽水试验测定水文地质参数时，除应符合国家现行标准《供水水文地质勘察规范》GB 50027、《水利水电工程钻孔抽水试验规程》SL 320 的相关规定外，尚应符合下列要求：

1 抽水试验应控制流量，宜采用低流量进行；

2 抽水试验过程中宜同时于抽水试验井中采取地下水样品进行水质检测，地下水样品应于抽水试验开始前、降深稳定时、试验结束前、水位恢复后分别采取 1 份。

7.5.6 水动力弥散系数是表征流动水体中污染物沿水流方向弥散的速率系数，是一种宏观现象，反映了污染物在土中的分子扩散、机械弥散，是分析地下水污染、建立污染物运移模拟及预测的一项关键参数。水动力弥散系数是一个与流速及多孔介质有关

的张量；简化为一维流场问题时，水动力弥散系数数值上等于分子扩散系数与机械弥散系数之和。

含水层的水动力弥散系数的原位测试方法原理是：根据示踪剂注入含水层的边界条件、初始条件，借助水动力弥散方程的解析解，拟合示踪剂迁移观测数据，以确定水动力弥散系数。示踪剂注入方式主要包括天然状态法、附加水头法、连续注入法、脉冲注入法等。

天然状态法：向钻孔内定量注入示踪剂溶液，观察天然状态水中污染物的弥散，测定其弥散系数，示踪剂溶液投放时间作为弥散试验起始时间。

附加水头法：向钻孔内定量注入含示踪剂的溶液，抬高钻孔水头至一定高度后停止向孔内注水。该方法适用于渗透性较大的土层，如粉性土、砂土等。

连续注入法：往钻孔中连续定量注入含示踪剂的溶液，使孔内保持一定水位。该方法适用于地下水位以下渗透性较小的土层。在渗透性较大的土层中，因抬高水头后下降速度较快，观测难度大，故该方法不适用。同时，其所需示踪剂溶液用量多、体积大、投放时间长，不但会引起地下水物理性质的改变，且流场性质也不好控制。故一般情况下连续注入方式较少采用。

脉冲注入法：利用压力脉冲注水工具将稳定的注入水（含示踪剂）转化成周期性脉冲注水而产生脉冲波的一种机制。在脉冲注水技术原理下所产生的低频脉冲、高幅压力、振动波等可以起到破碎杂物的作用，从而可以有效提高低渗透性土的渗透率，达到降低压强和增加注水的目的。另外，高低压交替的纵向脉冲波可以更好地使水流注入渗透层，增大注水量。

8 监 测

8.1 一般规定

8.1.3 本条明确监测内容：监测对象应包括地下水、地表水及土壤气体。

地下水主要为场地边界内的地下水或经场地地下径流到下游汇集区的浅层地下水。在污染较重且地质结构有利于污染物向深层土壤迁移的区域，则对深层地下水进行监测。

地表水主要为场地边界内流经或汇集的地表水，对于污染较重的场地也应考虑流经场地地表水的下游汇集区。

土壤气体监测主要应用于挥发性有机污染物污染地块。

8.1.5 在污染场地勘察工作中，为查明含水层污染状况，可使用直接贯入采样、设置地下水环境监测井等方法，但后者是更可靠、有效且具有法律效力的调查方法，也是水质调查中最常规、最重要的手段。因此，当需监测含水层地下水水质，采取地下水代表性水样时，应设置地下水环境监测井。

8.2 监测项目

8.2.1 本条规定了污染场地地下水的监测项目，包括水文地质项目、感官性状、一般化学指标及非常规指标。水文地质项目要求参考了现行行业标准《地下水环境监测技术规范》HJ/T 164—2020所要求的水位、水质、水量、水温，并在此基础上增加了地下水流速、流场变化。现行国家标准《地下水质量标准》GB/T 14848—2017对一般化学指标及非常规指标进行了分类。

8.3 监测点布置

8.3.2 地下水监测井应根据地下水流向进行布设，可在地下水流向上游、污染区域和下游分别布设。当不能判明地下水流向、场

地地质条件及污染分布复杂、污染程度高时，应增加井点数量。

8.3.3 应根据监测目的、所处含水层类型及其埋深和相对厚度来确定监测井的深度，且不穿透浅层地下水底板。地下水监测目的层与其他含水层之间要有良好止水性。一般情况下采样深度应在监测井水面下 0.5m 以下。对于低密度非水溶性有机物污染，监测点位应设置在含水层顶部；对于高密度非水溶性有机物污染，监测点位应设置在含水层底部和不透水层顶部。

8.3.4 若浅层地下水污染非常严重，且存在深层地下水时，可在做好分层止水条件下增加深井至深层地下水，以评价深层地下水的污染情况。

8.3.5 初步勘察工作地下水监测井点的数量，需要符合初步控制场地地下水流场特征的要求，要求其数量不少于 3 个，同时为满足污染分析的需要，监测井点宜分散布置在可能的重污染区域。地下水流向的判断至少需要 3 个井点，且尽量呈三角形布设，因不同场地水文地质条件复杂程度存在差异，且污染场地中地下水监测井点需兼顾污染检测要求，3 个井点有可能难以满足初步判断流场的要求，如果无法满足，就需要增加井点数量。要绘制地下水污染范围，应满足 9 个地下监测井点的最低数量要求，该规定引用了地方标准《污染场地勘察规范》DB11/T 1311 的规定。

8.4 监测井

8.4.1 现行环境保护行业标准《地下水环境监测技术规范》HJ/T 164 中对监测井井身有详细规定，主要包括井孔、井管、填料与井台四部分，监测井管自上而下依次为井壁管（俗称“自管”）、滤水管（俗称“花管”）、管堵，特殊情况下，可在滤水管下设置沉淀管。

监测井的井身结构设计应根据场地地层和含水层分布特征，

滤管以及滤水层应覆盖拟监测含水层。

本标准附录 A 中关于井身结构的要求参照了环保领域标准监测井和简易监测井的建设要求，井结构为常用的单管单层监测井。

8.4.2 地下水监测井应合理选择井管口径、材质、连接方式，行业标准《污染地块勘探技术指南》T/CAEPI 14 中有较详细规定。

1 当监测目标污染物为有机物时，宜选择不锈钢、聚四氟乙烯（PTFE）材质管件；当监测目标污染物为无机物或地下水腐蚀性较强时，宜选择聚氯乙烯（PVC）、聚四氟乙烯（PTFE）材质管件；

2 当该井同时作为抽水试验或修复用井时，井管直径可适当增大。

8.4.3 过滤管应置于拟采样含水层中以取得代表性水样。当监测比水轻的非水相液体（LNAPL）时，过滤管位置应靠近含水层的上缘；当监测比水重的非水相液体（DNAPL）时，过滤管位置应靠近含水层的下缘，或置于污染物可能分布的最大深度，应避免穿透隔水层而造成污染物继续往下迁移。过滤管长度应根据地下水中污染物特征和水位动态确定，长度不宜超过 6m。若采集不同深度含水层水样，包括不同含水层及同一含水层不同深度水样时，可分层设置多个监测井。

8.4.4 填料是监测井的另一重要部分，填料从下至上分为透水层、止水层、密封固定层。目标层地下水通过透水层进入监测井；止水层隔离上部土层与地下水对目标含水层地下水样的影响；密封层隔离地表水，并固定保护井口。本标准依据行业标准《污染地块勘探技术指南》T/CAEPI 14 提出了各段填料要求。

8.4.6 地下水监测井设置完毕后，应设置监测井保护座以避免破坏。监测井井口保护装置包括井口保护筒、井台或井盖等部分。监测井保护装置应坚固耐用、不易被破坏。

井口保护筒宜使用不锈钢材质，井盖中心部分应采用高密度树脂材料，避免数据无线传输信号被屏蔽；井盖需加异型安全锁；依据井管直径，可采用内径为 24cm~30cm、高为 50cm 的保护筒，保护筒下部应埋入水泥平台中 10cm 固定；水泥平台为厚 15cm、边长 50cm~100cm 的正方形平台，水泥平台四角须磨圆。无条件设置水泥平台的监测井可考虑使用与地面水平的井盖式保护装置。

环境监测井宜设置统一标志，包括图形标、监测井铭牌、警示标和警示柱、宣传牌等部分。

8.4.7 监测井建设完成后必须进行洗井，以清除井筛周边的细小颗粒，保证监测井出水水清砂净，常见的方法包括超量抽水、反冲、汲取及气洗等。一般情况下，应在监测井设置完至少 24h 后，待井内的填料得到充分养护，结构稳定时，才能进行洗井。洗井出水水质应满足总悬浮固体含量小于 5mg/L 或出水浊度小于 5NTU 的标准[1L 的水中含有 1mg 的 SiO_2 （或是 1mg 白陶土、硅藻土）时，所产生的浑浊程度为 1 度，1NTU=1 度]。

洗井后需进行至少 1 个落程的定流量抽水试验，抽水稳定时间达到 24h 以上，待水位恢复后才能采集水样。

成井后洗井有时也需要借助现场测试 pH 值、温度、电导率、溶解氧、氧化还原电位等指标，确定停止洗井时间，便于在正式采样前的洗井能尽快达到水质稳定的要求。

8.4.8 废弃地下水监测井拆除时宜按下列步骤进行：

1 井口保护装置移除

水泥平台式监测井：移除警示柱、水泥平台、井口保护筒及地面上的井管等相关井体外部的保护装置。

井盖式监测井：移除井顶盖及相关井体外部的保护装置。

2 报废灌浆回填

对于由于井的结构性变化造成监测功能丧失的报废监测井，可以采用直接灌浆法进行报废。

对于由于设置不当造成地下水交叉污染的报废监测井，必须先将井管及周围环状滤料封层完全去除，再以灌浆封填方式报废。封填前应先计算井孔（含扩孔）体积，以估算相关水泥膨润土浆及混凝土砂浆等封填材料的用量。灌浆期间应避免阻塞或架桥现象出现。完成灌浆后，应于 1 周内再次检查封填情况，如发现塌陷应立即补填，直到符合要求为止。

8.4.9 土壤气探头可使用割缝不锈钢管或高密度聚氯乙烯（UPVC）管制作，土壤气导气管可使用衬氟聚氯乙烯管、聚醚酮树脂管、高密度聚氯乙烯（UPVC），不应采用低密度聚氯乙烯（PVC）管、聚乙烯（PE）管作为导气管。

8.4.10 土壤气监测井结构应符合下列要求：

1 土壤气探头长度不应大于 20cm，直径可根据钻孔直径确定，不宜大于 5cm；土壤气导气管内径不宜大于 4mm。

2 探头周围应埋设一定厚度的石英砂滤料，滤料的直径应根据探头割缝宽度或开孔直径确定，滤料装填高度应高出探头上沿不小于 10cm，滤料装填总高度不大于 30cm。

3 滤料之上应填厚度不小于 30cm 的干膨润土，干膨润土之上填膨润土泥浆。

4 一个土壤钻孔中仅埋设一个土壤气探头时，膨润土泥浆应填至距离地面 50cm 处，待其干固后继续填水泥砂浆至高出地面不小于 10cm，高出地面部分应做成锥形坡向四周，锥形地面直径不小于 60cm。同时，应在水泥砂浆中埋设一节聚氯乙烯（PVC）套管，套管露出地面不小于 30cm，导气管地上部分应置于套管内部，顶部用管堵盖住，采样时将管堵拧开后将采样泵与导气管连接并开始采样。

5 在同一个钻孔不同深度埋设多个土壤气探头时,在埋设相对较浅的探头时,应在膨润土泥浆顶部先填一层厚度不小于 10cm 的干膨润土,之后再埋设探头,装填石英砂滤料,不同导气管连接的土壤气探头应采用不易消退的记号笔做好相应深度标记。

6 导气管接口处应连接阀门,非采样时间应将阀门关闭。

7 土壤气探头、导气管、阀门的连接以及导气管采样口与采样泵的连接均应采用无油快速密闭接头,不应采用含胶的黏合剂连接。

8.4.11 本条规定了土壤监测井成井要求。

3 当采用对土壤扰动相对较大的方式钻孔时,监测井成井后应排除钻探过程中引入的空气,使各探头周围土壤气恢复自然平衡状态,洗井体积一般为 3~5 倍探头和导管的体积。

9 室内试验

9.1 一般规定

9.1.1 本条明确了污染场地勘察的室内分析与测试项目,包括土的物理力学性质、土的环境质量、土的腐蚀性、土的浸出毒性。土的物理力学性质、土的腐蚀性是现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 所规定的测试项目。土的环境质量测试用于特定土地利用方式下污染土对人体健康、农业安全、生态环境的风险筛查和风险管制,参考的国家现行标准包括《土壤环境质量 建设用土壤污染风险管控标准(试行)》GB 36600、《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》GB 15618 及《污染场地风险评估技术导则》HJ 25.3。土的浸出毒性测试用于土中有机物和无机物的浸出毒性鉴别,测试模拟土在不规范填埋处治、堆存时,其中的有害组分在酸性降水的影响下,从土中浸出而造成环境二次污染的过程,参考现行行业标准《固体废物 浸出毒性浸出方法 硫酸硝酸法》HJ/T 299—2007。土的环境质量测试结果中污染物项目总量,而土的浸出毒性测试结果为试验条件下土中污染物项目浸出量;土中污染物项目总量大于等于土中污染物项目浸出量。

9.1.2 本条明确了污染土从取样之日起至开展物理力学性质试验的时间期限不宜超过 10d。污染土自取样后所处氧化还原环境、温度发生显著改变,明显影响土中金属元素化学形态及挥发性、半挥发性污染物含量,进而改变土的物理力学性质。现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 及地方工程建设标准《建设场地污染土勘察规范》DG/TJ08-2233 均对此进行了规定。本条所规

定时间期限充分估计了样品的现场临时储存、运输、试验试样制备时间。

9.2 土的物理力学试验

9.2.2 土的液、塑限是土的最基本的试验项目，一般工程勘察都应进行。污染土的液、塑限应符合现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 的相关要求。我国《土工试验方法标准》GB/T 50123 规定，液、塑限联合测定及卡氏碟式仪两种方法测定液限；液、塑限联合测定及滚搓法两种方法测定塑限。同时未限制测定方法适用范围。区别于常规土的测试，卡氏碟式仪测定液限时，污染土对碟式液限仪的铜碟具有腐蚀作用；滚搓法测定塑限需要试验人员与污染土直接接触，对人员健康安全造成巨大风险。由于测定方法的试验成果有差异，故应在试验报告上注明测试方法。

9.2.4 本条明确了污染土室内渗透试验的试验终止条件。现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 对渗透试验的试验终止条件规定以流量稳定作为控制依据。由于粉土、黏土颗粒表面的带电特性，渗透过程中土与污染物之间存在复杂相互作用，渗透稳定既包括流量稳定，同时应包括土与污染物相互作用下的化学平衡稳定。对此，我国尚无现行标准可供参考。本条规定充分参考国际同类标准和科学研究，采用 pH、电导率、污染物浓度、累积渗出液体积与试样孔隙体积的比值作为评价化学平衡稳定的依据。

9.3 土和水的腐蚀性试验

9.3.1 考虑到污染场地的污染源空间分布极不均匀，多呈点状分布，为了保障所采集土、水试样的代表性，要求分别不少于 5 组。

9.4 污染场地环境指标检测

9.4.1~9.4.3 规定了污染场地土和地下水的环境质量的室内环境质量检测项目与方法，分别按照现行国家标准《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》GB 36600、《地下水质量标准》GB/T 14848、《地表水环境质量标准》GB 3838所规定限值评价污染程度、超标项目、超标倍数、超标率，从而确定室内分析项目。

9.4.4 本条明确了污染土的浸出特性试验方法。我国现行 4 种固体废物浸出毒性浸出方法，其中仅《固体废物浸出毒性浸出方法硫酸硝酸法》HJ/T 299 适用于污染土，模拟酸性降水的影响下散体土中污染物浸出特性。附录 C、D 试验方法反映了不同 pH、固液比条件下散体土、块体土中污染物浸出特性，试验方法更贴近污染场地实际土的浸出毒性工况，特殊要求时可按这两种方法进行。

9.4.5 本条规定了原状或扰动土试样中污染物以扩散方式浸出条件下，表观扩散系数测试方法。该试验方法是一种土的半动态浸出毒性试验，可以模拟地下水作用下土中污染物扩散行为，确定表观扩散系数。

9.4.7 本条依据环境保护相关行业标准规定了污染场地气样污染物浓度测定方法。

10 成果报告

10.1 一般规定

10.1.2 污染场地勘察报告应为场地环境管理、场地再利用的项目规划和建设提供准确、可信的数据和信息。勘察报告可根据场地特征及评价、设计需要，提出污染场地治理修复设计与施工方案的建议，宜针对可能发生的环境岩土问题，包括场地边坡稳定性、不良地质作用等进行分析，提出防治建议。

10.1.3 污染场地勘察工作应在整理、分析调查和测绘、勘探、现场采样、监测、现场测试、室内试验资料的基础上，进行成果的编制工作。数据整理过程中，宜分析勘探、采样以及室内样品处理、检测分析等过程产生的误差，保证所用数据的可靠性。样品试验分析应满足质控要求，宜分析取样方法和其他因素对试验结果的影响，以及不同测试方法所得结果的差异，分析测试结果的离散程度，评估检测数据的质量，分析数据的有效性和充分性。

10.3 岩土工程评价

10.3.2 本条明确了污染场地岩土工程分析评价内容。为满足工程建设要求，需分析评价地基土污染前后物理力学性质变化、土与地下水对建筑材料的腐蚀性影响程度，结合场地地质条件及可能的地基基础方案提出污染场地的修复治理建议。

10.3.3 可根据工程具体情况，采用强度、变形、渗透等工程特性指标进行综合判定。

10.3.4 污染土地等级划分可根据岩土污染程度和对建筑物的危害程度确定。可分为严重污染土地、中等污染土地和轻微污染土地。严重污染土是岩土的物理力学性质有较大幅度的变化；中等污染土是岩土的物理力学性质有明显变化；轻微污染土

是岩土中检测出污染物，但其物理力学性质无变化或只有轻微变化。